2011



ANDALUCÍA INNOVA • ESPECIAL QUÍMICA

¿Qué es la Química?
¿Cómo se les pone el nombre a los elementos químicos?
¿De qué están hechos los seres vivos?
¿Qué son los biomateriales?

PREGUNTAS 100 RESPUESTAS



100 PREGUNTAS, 100 RESPUESTAS

Nuestros expertos en Química responden



Carlos Negro

Química, Vida y Futuro serán sin duda tres palabras claves para la Ciencia que sonarán mucho a lo largo del año 2011. Y lo van a ser, entre otras cosas porque en diciembre de 2008, la 63ª Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó una Resolución proclamando 2011 como el Año Internacional de la Química (AIQ-2011), dentro del decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el desarrollo Sostenible (2005-2014).

El AIQ-2011 supone la celebración a nivel mundial de los logros de la Química y de su contribución al bienestar de la Humanidad. Es un año muy especial para todo lo relacionado con la Química y cuyos objetivos son incrementar la apreciación pública de la Química como herramienta fundamental para satisfacer las necesidades de la Sociedad, promover entre los jóvenes el interés por esta ciencia y generar entusiasmo por el futuro creativo de la misma. La elección de 2011 como Año Internacional de la Química no ha sido casual, pues se ha hecho coincidir con el centenario de la concesión del Premio Nobel de Química a María Sklodowska-Curie, así como el de la fundación de la Asociación Internacional de Sociedades Químicas, asociación que a partir de 1919 adoptó la denominación actual y más conocida de Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).

Si algo define el entorno en el que vivimos y a nosotros mismos, es la materia. Nuestra comprensión del mundo material depende de nuestro conocimiento de la Química, pues los elementos químicos forman parte de toda la materia conocida e intervienen en todos y cada uno de los procesos de la vida. Si somos capaces de entender ese todo, de conocer la composición de la materia, su comportamiento y cómo gobernar sus transformaciones modificándolas, actuando sobre ellas y controlándolas en función de nuestras necesidades, seremos capaces de garantizar el desarrollo sostenible del Planeta y, por tanto, nuestro futuro. No en vano la Química es la Ciencia (y su Tecnología el arte) de la materia y de sus transformaciones: de ahí lo acertado del eslogan del AIQ *Química - nuestra vida, nuestro futuro*.

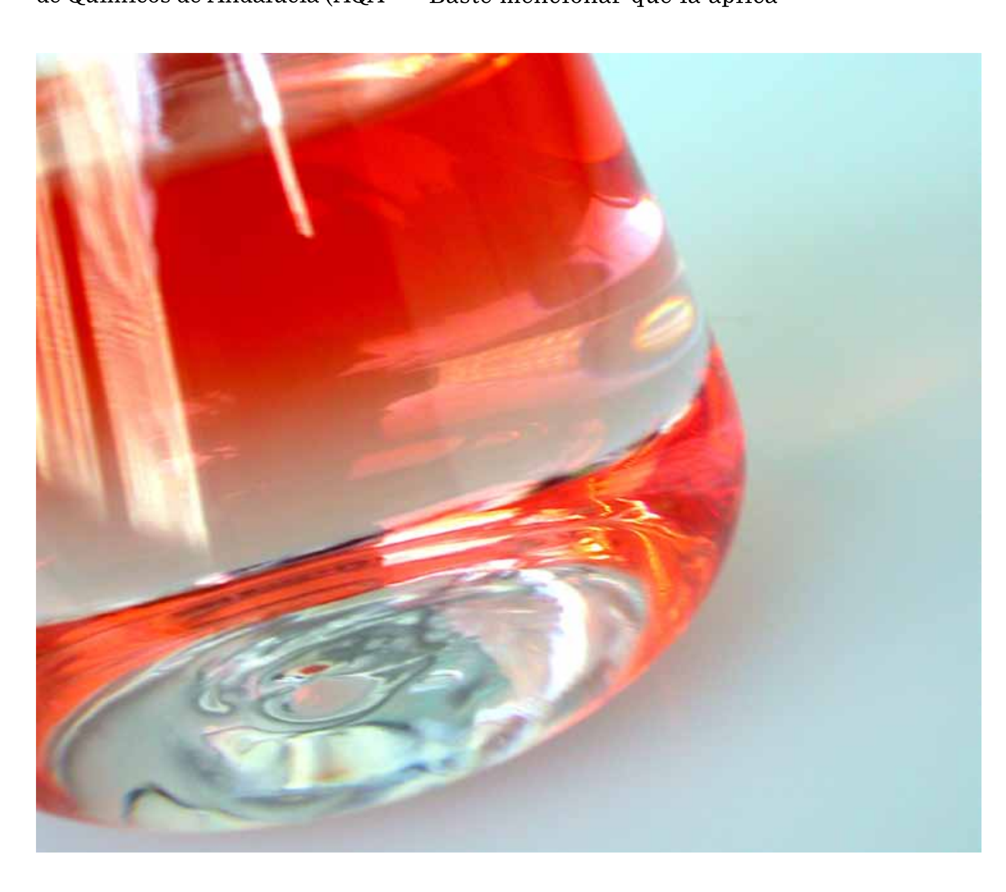
Pero si bien es obvio que la Química está presente en todas las facetas de nuestra vida diaria, también lo es que su omnipresencia hace que a menudo se la olvide y pase desapercibida. El Año Internacional de la Química tiene que ser una gran oportunidad para que la Química y sus profesionales tomen la palabra, un año, para pensar sobre Química, y comprender sus ventajas y oportunidades.

Los organismos responsables de la coordinación y organización a nivel mundial del AIQ 2011 son la UNESCO y la IUPAC, que han tomado la determinación de llevar a cabo una serie de proyectos globales que actúen como catalizadores para la puesta en marcha de iniciativas en todos los países, bajo la coordinación de las instituciones químicas de los mismos. En España es el Foro Química y Sociedad el encargado de liderar una agenda de actividades que pretende ser hilo conductor de los miles de eventos que desde las Universidades, los Centros de investigación, Colegios y Asociaciones profesionales y la Industria, tendrán lugar durante 2011 en todas las Comunidades autónomas. En este Foro, creado en 2005, están representados científicos, investigadores, docentes, empresarios, técnicos y trabajadores, así como todos aquellos profesionales que, de un modo u otro, se dedican a esta Ciencia y a su desarrollo, a través de sus organismos más representativos: la Asociación Nacional de Químicos de España (ANQUE), la Conferencia Española de Decanos de Química, el Consejo Nacional de Colegios de Químicos de España, el Consejo Superior de Investigaciones

Carlos Negro es Catedrático de la Universidad Complutense, Presidente de la Asociación Nacional de Químicos de España y del Foro Química y Sociedad

Científicas (CSIC), la Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE), la Federación Estatal de Industria Afines de UGT (FIA-UGT), la Federación Textil-Piel, Químicas y Afines de CCOO (FITEQA-CCOO), el Salón Internacional Feria Expoquimia y la Real Sociedad Española de Química (RSEQ).

Sirva como ejemplo esta publicación *Cien preguntas, cien respuestas sobre Química*, una iniciativa del Plan de Divulgación Científica de Andalucía, dependiente de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, en la que ha colaborado la Asociación de Químicos de Andalucía (AQA-ANQUE) y que ve la luz con motivo de este Año Internacional.



Como se mencionó más arriba, este año 2011 se conmemora el centenario de la concesión del Premio Nobel de Química a Marie Curie, y al hilo de esta efemérides hemos querido aprovechar la excelente oportunidad que nos brinda esta publicación para hacer un reconocimiento explícito de la esencial contribución a la Química de las mujeres, que hasta 1910 habían tenido vetado el acceso a los estudios universitarios en España. En este aspecto, Andalucía tiene el honor de contar con una pionera, Dª Isabel Ovín Camps, natural de Carmona (Sevilla), la cual, cuando en 1911 la Universidad de Sevilla abrió matrícula por primera vez en su historia para cursar la Licenciatura en Ciencias (sección de Químicas), así lo hizo, llegando a convertirse en 1917 en la primera química de España.

Volviendo a la Química, no podemos olvidar que, gracias a ella, nuestra esperanza de vida se ha duplicado en los últimos 100 años, contribuyendo en áreas como el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de enfermedades. Baste mencionar que la aplicación de la Química a la Farmacología ha hecho posible la elaboración de vacunas, antibióticos y todo tipo de medicamentos, que han supuesto una reducción drástica de los índices de mortalidad. A ellos debemos uno de cada cinco años de nuestra vida y gracias a ellos podemos vivir en mejores condiciones hasta edades más avanzadas. Por otro lado, el haber iniciado a descifrar el genoma humano, está abriendo paso a una nueva medicina de carácter preventiva y personalizada.

Ni tampoco podemos dejar de lado la decisiva contribución de la Química al desarrollo de nuevos materiales, lo que ha permitido el acceso fácil, rápido y económico a tecnologías digitales como la banda ancha, Internet o los teléfonos móviles, que han acelerado la difusión de tecnologías basadas en mejores prácticas, han revolucionado la organización interna y externa de la investigación y la gestión, facilitando incluso la implantación de centros de investigación en áreas remotas.

Pero todavía quedan retos por resolver en los que la Química debe liderar el camino del conocimiento. Algunos de los retos globales del Planeta son la alimentación, el cambio climático, el suministro de agua y energía, la preservación del medio ambiente… Todos ellos y muchos más encontrarán en los avances de la Química un gran aliado para la búsqueda de soluciones y respuestas. Sin duda la Química ha sido, es y será una Ciencia solidaria en la que sus desarrollos permitirán contribuir al alcance de los objetivos del Milenio, abasteciendo de alimentos a una población que crece exponencialmente, mejorando su salud y garantizando la protección del medioambiente y la sostenibilidad.

En definitiva, la Química es una Ciencia transversal al servicio de la paz y del desarrollo, que contribuye y va a contribuir cada vez más a la generación y mejor distribución de recursos en el mundo.

La Química no tiene por finalidad solo descubrir, sino también, y sobre todo, crear. A lo largo de las páginas que siguen *Cien preguntas, cien respuestas sobre Química* irá conduciendo al lector por aspectos muy diversos de las aportaciones de la Química y de sus aplicaciones en la vida cotidiana, en aspectos tales como la salud, la alimentación, el medio ambiente, el desarrollo de nuevos materiales, la comunicación, el transporte, la energía, el agua, el ocio, la cultura, el mundo de los sentidos… y otros muchos más. Esperamos que su lectura sea provechosa.

1
¿Qué es la Química?

➜ La Química es la Ciencia experimental que tiene por objeto el estudio de la materia, de sus propiedades y de sus cambios de naturaleza. Toda la materia está formada por elementos químicos simples o por sus compuestos, cada cual con unas características diferenciales. En los procesos vitales está presente la Química: desde la célula hasta los organismos superiores la actividad vital se basa en reacciones químicas en las que se transforma la materia y se intercambia energía. Y en nuestra actividad cotidiana hacemos uso de lo que la Química aplicada nos ofrece: plásticos, ordenadores, baterías, lámparas, agua potable, jabones, detergentes, cosméticos, perfumes, textiles, pinturas, combustibles, fertilizantes, medicamentos, prótesis, bebidas... Nuestro modo de vida no sería igual si nos faltara la Química.

2
¿Qué es un elemento químico?

➜ El nombre de elemento químico se debe al irlandés Robert Boyle (1627-1691), que lo usó para denominar a aquella sustancia que no se puede descomponer en otras más sencillas por métodos químicos ordinarios. Boyle afirmó que el número de elementos químicos tenía que ser muy superior a los cuatro que se seguían admitiendo en aquellos tiempos y que habían sido propuestos por Empédocles (ca 500-430 AC): agua, aire, fuego y tierra. Un elemento químico es una sustancia pura o especie química definida, cuyas propiedades intrínsecas lo diferencian de otros elementos. Así el elemento oro tiene propiedades diferentes al elemento hierro o al elemento oxígeno, lo que no quita para que el oro y el hierro tengan más en común entre sí que con el oxígeno. En general, se pueden dividir los elementos químicos en dos grandes grupos: los metales (que son los más abundantes) y los no metales. Boyle fue un precursor de la Química moderna, pues para explicar las transformaciones químicas postuló la existencia de partículas elementales diferenciadas.

3
¿Cuántos elementos químicos hay?

➜ Hasta octubre de 2010 estaba aceptada oficialmente la existencia de 112 elementos, de los que solamente 92 tienen presencia natural. El resto ha sido obtenido a partir de ellos



en laboratorios como el GSI (Darmstadt, Alemania), donde desde 1981 se han descubierto seis nuevos elementos: bohrio, hassio, meitnerio, darmstadtio, roentgenio y copernicio. De todos los elementos conocidos solamente tres han sido descubiertos por españoles: el platino, el wolframio y el vanadio. En 1735, Antonio de Ulloa descubrió el platino; en 1783, los hermanos Juan José y Fausto Delhuyar descubrieron el wolframio (también llamado tungsteno) y en 1801 D. Andrés Manuel del Río descubrió el vanadio (primero bautizado como eritronio). Uno de ellos era andaluz, el almirante D. Antonio de Ulloa y de la Torre Giral. Natural de Sevilla, descubrió el platino en Colombia y en un principio lo llamó 'platina', pues se consideraba una impureza de la plata.

4

¿Cómo se les pone el nombre a los elementos?

→ Una vez contrastada la existencia del elemento por la Unión Internacional de Química pura y aplicada (IUPAC), ésta invita a sus descubridores a proponer un nombre, que debe basarse en un concepto mitológico, un mineral, un lugar, una propiedad o un científico. Junto con el nombre, deben proponer también el símbolo correspondiente. La adjudicación de un símbolo a cada elemento fue idea de Berzelius (1779-1848), quien propuso que consistiese en la inicial del nombre latino del elemento, seguida, si se producía repetición, por otra letra incluida en dicho nombre. Por ejemplo, el símbolo del carbono es C, el del Cloro Cl, el del calcio Ca... El símbolo de un elemento es de aplicación universal: es el mismo en todos los idiomas, lo que ha hecho posible que los químicos compartan la información. El último elemento reconocido oficialmente es el 112, al que se ha bautizado como Copernicio, en homenaje a Copérnico, y su símbolo es Cn. Durante el periodo que transcurre desde que se reconoce la existencia de un elemento hasta que se autoriza un nombre, se nombra terminando en "io" su número atómico en latín y constituyendo su símbolo provisional un conjunto de tres letras que proceden de dicho nombre: así el elemento 113 sería el Ununtrio (símbolo Uut), el 114 el Ununcuadio (símbolo Uuq), etc,

5

¿En qué proporciones se unen unos elementos con otros?

→ Se unen en función de las 'valencias' que presentan. Un elemento puede ser capaz de reaccionar con un número entero de átomos de hidrógeno o, alternativamente, ser sustituido por un número entero de átomos de hidrógeno, que es el elemento que se toma como referencia. Ese número entero, que determina su capacidad de combinación, es lo que se conoce como 'valencia' del elemento. Según esto, de la fórmula del agua, H_2O, se deduce que el oxígeno actúa con una valencia 2 y de la fórmula del metano, CH_4, se deduce que el carbono interviene con valencia 4. Hay elementos que presentan una sola valencia, mientras que otros tienen la posibilidad de emplear varias. El concepto de valencia está relacionado con su configuración electrónica externa ('electrones de valencia') y con la posición que ocupan en la Tabla Periódica. Así, los elementos del grupo I (metales alcalinos) tienen valencia 1 y los elementos del grupo II (metales alcalinotérreos) tienen valencia 2.

6

¿Qué es un número atómico?

→ Atómico significa relativo al átomo, la porción más pequeña en que puede dividirse un elemento químico manteniendo sus propiedades. Se pensó que era indivisible y de ahí su nombre. Todos los átomos están compuestos por un núcleo central en el que hay partículas con carga eléctrica positiva, los protones, en torno al cual se mueven otras partículas con carga eléctrica negativa: los electrones. El átomo es eléctricamente neutro, ya que la carga de los protones está compensada por la de los electrones. En todo átomo el número de protones del núcleo es igual al de electrones de sus orbitales, se llama 'número atómico', es característico de cada elemento y es el ordinal de la casilla que ocupa en la Tabla Periódica. Excepto en un caso (hidrógeno-1), en los núcleos atómicos hay también partículas neutras, denominadas neutrones, que aportan masa pero no carga. Por eso, se da la circunstancia de que puedan existir átomos de un mismo elemento, es decir, con el mismo número atómico, pero con distinto número de neutrones (y, por consiguiente, distinta masa atómica). Como ocupan la misma casilla de la Tabla se llaman isótopos.

7

¿Qué es la masa atómica?

La masa de un átomo expresada en “uma” (unidad de masa atómica) o “u”, también llamada Dalton (Da), la cual es igual a la doceava parte de la masa del átomo de carbono-12. Tiene un valor aproximado de $1{,}6605 \cdot 10^{-27}$ kg. A la masa atómica de un elemento contribuyen proporcionalmente todos los isótopos del mismo. A efectos prácticos, la masa atómica viene a ser aproximadamente igual a la suma de las masas de los protones y neutrones, ya que la de los electrones es muy pequeña. Al hidrógeno-1, que tiene un electrón y un protón, se le asignaría una masa unidad, y así se tendrían las masas de los demás elementos. El helio-4 tiene dos protones y dos neutrones, por lo que su masa atómica sería 4. Para los cálculos se utiliza mucho el concepto de átomo-gramo, que es la masa atómica expresada en gramos.

8

¿Qué es la Tabla Periódica?

La Tabla Periódica de los elementos presenta a todos ellos organizados según el orden creciente de sus números atómicos. Se llama periódica porque transcurrido un ‘periodo’ (un cierto número de casillas) los elementos se agrupan en una nueva fila y se van formando así columnas (grupos o familias) en las que se sitúan elementos con propiedades químicas parecidas. Así, por ejemplo, a la izquierda se sitúan los metales ligeros, en el centro los metales pesados y a la derecha los no metales. La primera Tabla se publicó en 1869 y se debe a Mendeleiev (1834-1907). Utilizó para construirla los 63 elementos conocidos hasta el momento, pero se percató de que una vez ordenados quedaban tres huecos sin ocupar. Convencido de que su idea era correcta postuló que los huecos correspondían a elementos aún no descubiertos e incluso pronosticó sus propiedades, basándose en las que tenían los demás del mismo grupo. En el transcurso de los quince años siguientes, se descubrieron dichos elementos y se constató que sus propiedades coincidían con asombrosa exactitud con las que Mendeleiev había predicho.



9

¿Existen átomos libres en la naturaleza?

En la Naturaleza lo habitual es que los elementos se presenten formando combinaciones: solamente los gases nobles y los metales en estado gaseoso están constituidos por átomos aislados. Así, por ejemplo, en el aire encontramos a los elementos oxígeno y nitrógeno formando moléculas diatómicas (O_2 y N_2, respectivamente), pero también encontramos combinaciones como el dióxido de carbono (CO_2) y el agua (H_2O), presente en forma de vapor. Mediante las reacciones químicas, unos átomos se enlazan con otros para dar sustancias de naturaleza diferente a la de cada uno de los elementos que las componen y a su vez unos compuestos pueden reaccionar con otros dando nuevos compuestos con propiedades distintas a las de cada una de las entidades reaccionantes. En estas uniones, la fuerza que se establece entre los átomos, ya sean del mismo elemento o de elementos distintos, constituye un enlace químico. La reactividad o tendencia a reaccionar de un elemento está relacionada con la estructura de los electrones más alejados del núcleo.



10

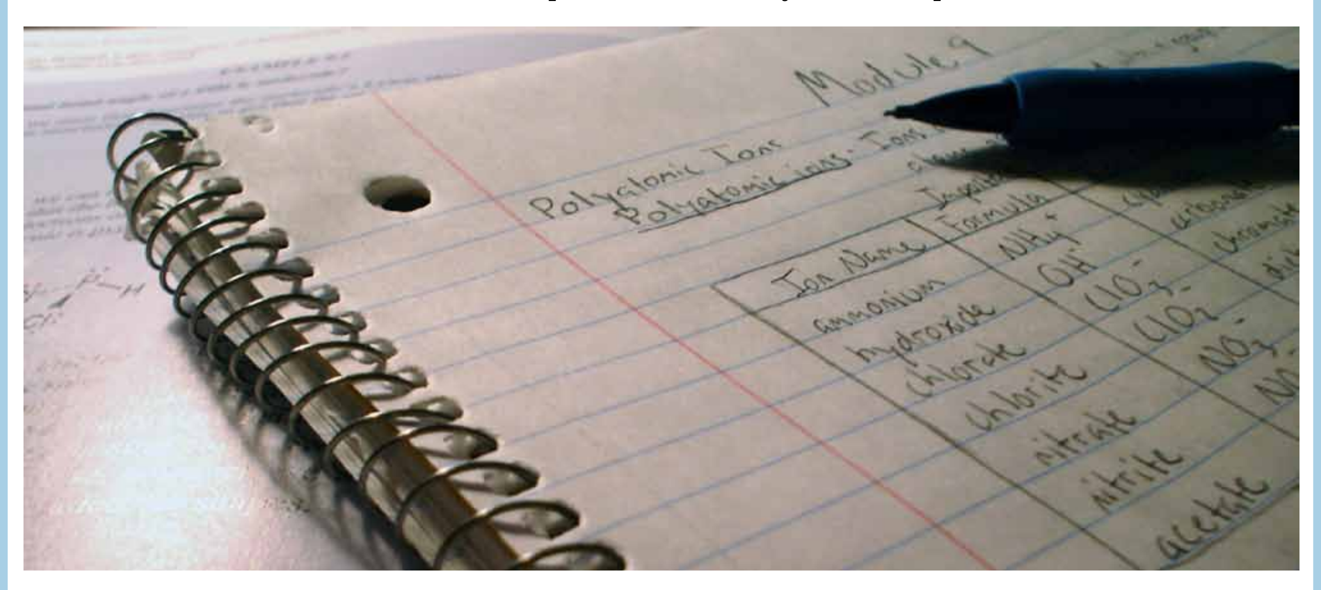
¿Qué es una fórmula química?

→ En su versión más sencilla es una expresión alfanumérica que se utiliza para indicar la composición de una sustancia química y que se construye a partir de los símbolos de sus elementos constituyentes, afectados por subíndices numéricos que informan del número de átomos de cada elemento que entra a formar parte de la sustancia en cuestión. Para simplificar, existe el acuerdo de que cuando un elemento no lleva subíndice debe entenderse que sólo hay un átomo de él en la sustancia. Así, por ejemplo, cuando se escribe que el agua es H_2O esto quiere decir que se trata de un compuesto químico formado por dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O), al igual que cuando se dice que la fórmula del ácido sulfúrico es H_2SO_4 debemos entender que está formado por hidrógeno (H), azufre (S) y oxígeno (O) y que además por cada átomo de azufre hay cuatro de oxígeno y dos de hidrógeno. También existen fórmulas desarrolladas que detallan además de la composición la estructura de la sustancia.

11

¿Cómo se escribe una reacción química?

→ Se escribe en forma de ecuación, sustituyendo el signo de igualdad por una flecha que indica el sentido de la misma. Delante de cada fórmula se pone el número de unidades del elemento o del compuesto que intervienen en la reacción, salvo cuando es la unidad, de manera que una vez completada, para cada elemento debe haber el mismo número de átomos en ambos términos. Por ejemplo, para indicar que cuando el carbono (C) se quema en presencia del oxígeno del aire (O_2) se forma dióxido de carbono (CO_2), se escribiría: $C + O_2 \rightarrow CO_2$. Si queremos escribir la reacción entre el hidrógeno (H_2) y el oxígeno (O_2) para formar agua (H_2O), pondremos: $2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$. Y si queremos describir que la piedra caliza (carbonato de calcio: $CaCO_3$) se descompone por el calor dando cal viva (óxido de calcio: CaO) y dióxido de carbono (CO_2), tendríamos: $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$.



12

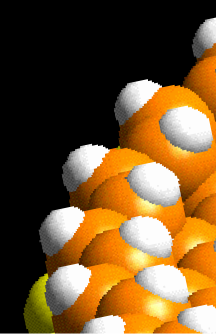
¿Qué es un mol?

→ El mol es la unidad para expresar la cantidad de sustancia en el Sistema Internacional de unidades (SI) y es el resultado de expresar la masa atómica de un elemento o la masa molecular de un compuesto en gramos. Así, para estos últimos, primero se calcula la masa molecular sumando las masas atómicas de cada elemento participante, multiplicada por el número de veces que aparece, y el número resultante se expresa en gramos. El mol es la cantidad de sustancia que contiene tantas partículas (átomos, moléculas, iones, etc.) como existen en 12 g del isótopo de carbono 12. Un mol de cualquier compuesto contiene siempre una cantidad de moléculas igual al número de Avogadro ($6{,}02 \cdot 10^{23}$). Se utiliza mucho para efectuar los cálculos químicos. Por ejemplo, en la reacción $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$, 1 mol de $CaCO_3$ (100 g) origina 1 mol de CaO (56 g) más 1 mol de CO_2 (44 g), cumpliéndose el principio de la conservación de la materia. También se utiliza en cálculos en que intervienen concentraciones, y se dice que una concentración es 1 molar cuando un litro de la disolución contiene un mol de la sustancia en cuestión.

13

¿Qué es un nanomaterial?

→ El prefijo 'nano' se refiere a las dimensiones: un nanómetro (nm) es la millonésima parte de un milímetro (mm). Los nanomateriales son todos aquellos materiales que al menos en una de sus dimensiones son inferiores a 100 nm. El enorme interés creado por estos materiales tiene su origen en las propiedades que presentan, en general muy superiores, y a menudo diferentes, cuando se comparan con las de los mismos materiales a tamaños mayores. Esas propiedades se deben a tres características comunes a todos ellos: el pequeño tamaño de partícula, el elevado porcentaje de fracción atómica en un entorno interfacial y la interacción entre las distintas unidades estructurales. Sus posibles aplicaciones tecnológicas han provocado que la industria de todo el mundo intente actualmente capitalizar el uso de estos prometedores materiales. Muchos han sido ya obtenidos industrialmente (cerámicas, metales, aleaciones, semiconductores y 'composites'), en la mayoría de los casos con un carácter experimental y de desarrollo. Pero existen también materiales nanoestructurados incorporados a algunos productos existentes en el mercado, como por ejemplo abrasivos para pulir, ignífugos, fluidos magnéticos, en grabación magnética, cosmética, etc.



14

¿Cómo se forman los enlaces químicos?

→ Las estructuras electrónicas más estables son las de los gases nobles, que son los elementos menos reactivos. Todo elemento tiende a alcanzar la configuración electrónica más estable o 'de gas noble'. Algunos átomos, los electropositivos, lo hacen cediendo electrones hasta completar la configuración más estable, con lo que quedan con un defecto de carga negativa. Otros, los electronegativos, capturan electrones y quedan con un exceso de carga negativa. Las entidades así formadas se denominan iones: cationes si la carga resulta positiva (+) y aniones si es negativa (-). Entre ambas partículas cargadas puede establecerse un enlace iónico. En otras ocasiones, dos átomos comparten pares de electrones y quedan enlazados formando una molécula, de manera que la configuración de la nube electrónica que ahora rodea a los dos núcleos resulta más estable. Los electrones compartidos pueden proceder de ambos átomos, enlace covalente, o de uno solo de ellos. En este último caso se dice que el enlace es covalente coordinado. Hay más tipos de enlaces: metálico, por puentes de hidrógeno... pero los covalentes, iónicos y metálicos, son los que almacenan más energía y, por tanto, necesitan más energía para romperse. Los enlaces iónicos son frecuentes en los materiales minerales, mientras que los covalentes predominan en los de origen biológico.

15

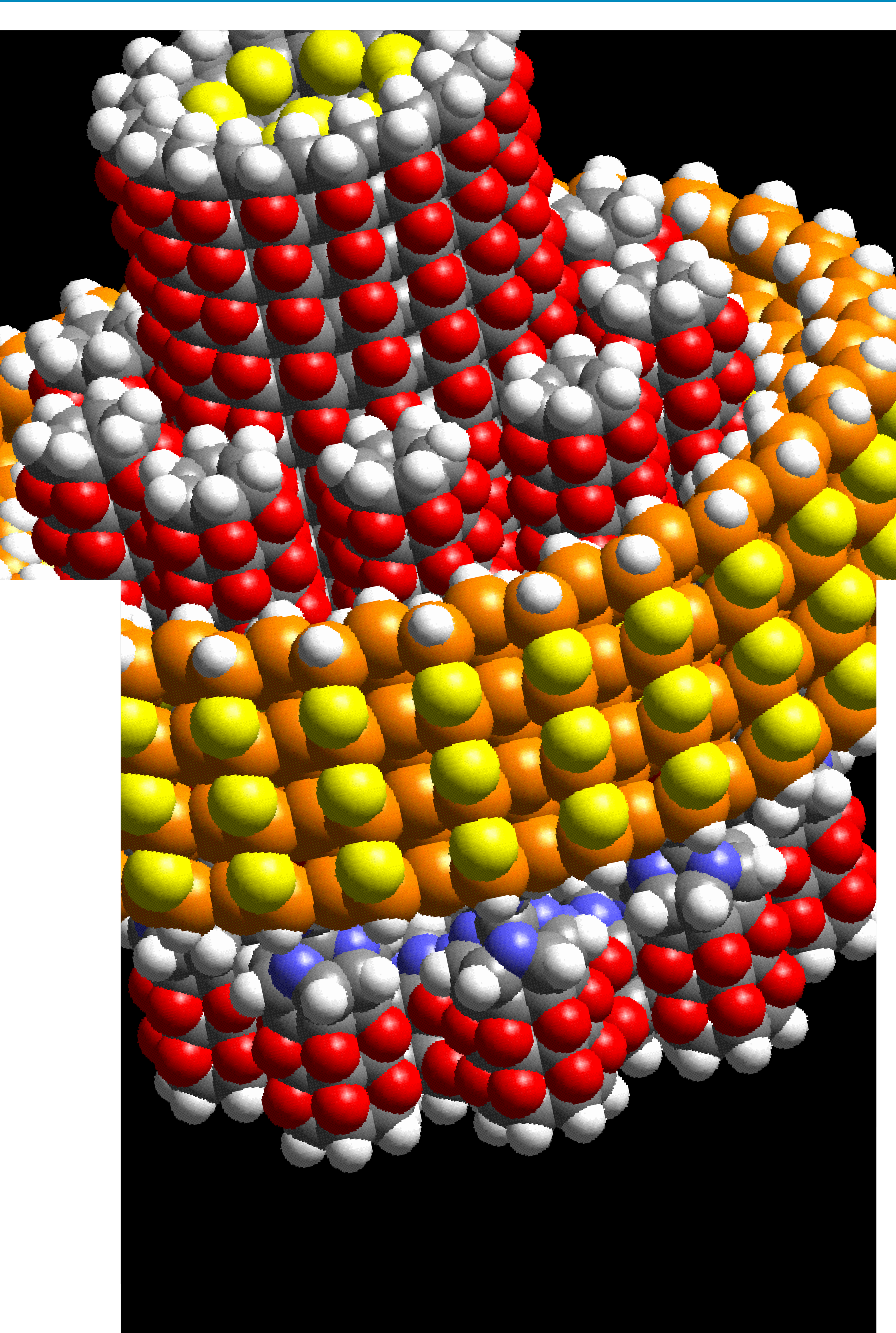
¿Todas las sustancias que tienen la misma fórmula son iguales?

→ Las fórmulas abreviadas o empíricas solamente indican qué elementos están presentes en un compuesto y cuáles son sus proporciones relativas, pero nada más. Por ejemplo, la fórmula C_2H_6O nos indica que la sustancia está formada por dos átomos de carbono y seis de hidrógeno por cada uno de oxígeno, pero no indica de qué forma se unen los átomos. Si representáramos los enlaces por líneas (-) para este caso particular, como sabemos que frente al hidrógeno el oxígeno actúa normalmente con valencia 2 y el carbono con valencia 4, podríamos escribir dos compuestos diferentes: CH_3-CH_2-OH y CH_3-O-CH_3. El primero de ellos es el etanol o alcohol etílico, mientras que el segundo es el éter dimetílico, dos sustancias con naturalezas y propiedades diferentes. Cuando dos o más sustancias comparten una misma fórmula se dice de ellas que son isómeras. Cuando se toman en consideración los ángulos de enlace, se ve que las estructuras son tridimensionales y pueden existir muchos tipos de isomerías.

16

¿De qué están hechos los seres vivos?

→ Todos sus tejidos contienen carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O), siendo los compuestos mayoritarios agua, glúcidos, prótidos y lípidos. Son glúcidos los polisacáridos, cadenas lineales (como la celulosa) o ramificadas (como el glucógeno) de azúcares sencillos (como la glucosa), así como las entidades que resultan de su hidrólisis (rotura con adición de agua). Además de carbono, oxígeno e hidrógeno, todos los prótidos contienen nitrógeno y algunos azufre (S); pertenecen a este grupo las proteínas, como la hemoglobina o el colágeno, cadenas formadas por unos compuestos denominados aminoácidos y también las fracciones menores procedentes de ellas (peptonas, péptidos, aminoácidos). Los lípidos contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, y algunos además nitrógeno o fósforo. Salvo excepciones no se presentan



formando cadenas y los más abundantes son los glicéridos (como la trioleína del aceite de oliva) combinaciones de la glicerina con ácidos grasos. Además de estos elementos están el calcio (Ca), que forma parte de los huesos y de la leche, el azufre (S), que puede encontrarse en huevos y pelo, el hierro (Fe) de la sangre y del músculo, el cloro (Cl) de los jugos gástricos, el sodio (Na) y el potasio (K) de fluidos y tejidos, el magnesio (Mg) de la clorofila, el cobalto (Co) de la vitamina B_{12}, etc.

17

¿Por qué el carbono da tantos compuestos distintos?

→ Los átomos de carbono, tetravalente, tienen la capacidad de unirse entre sí y con otros muchos elementos. Hay compuestos de carbono e hidrógeno, los hidrocarburos alifáticos, en los que los átomos de carbono se unen mediante uno, dos o tres enlaces formando cadenas: por ejemplo, el enlace es simple en el etano (CH_3-CH_3), doble en el etileno (CH_2=CH_2) y triple en el acetileno (CH≡CH). Estos tres son gases, pero cuando aumenta el número de átomos (y por tanto la masa atómica) van apareciendo líquidos (como las gasolinas) y hasta sólidos (como las parafinas). En las moléculas con enlaces dobles y triples hay electrones deslocalizados que les confieren una especial reactividad. Por otra parte, en los hidrocarburos aromáticos los átomos de carbono se asocian entre sí y con otros elementos formando estructuras cíclicas que contienen electrones deslocalizados. La capacidad de formar compuestos es, por tanto, enorme. Si se introducen nuevos elementos, como el oxígeno, la diversidad aumenta y encontramos alcoholes, ácidos, azúcares, grasas... Y si además está presente el nitrógeno más aún: aminas, aminoácidos, proteínas... todos los cuales pueden a su vez dar lugar a nuevos derivados.

18

¿Pueden obtenerse compuestos biológicos artificialmente?

➜ A principios del siglo XIX se sabía que las sustancias orgánicas se podían transformar en sustancias inorgánicas, pero no a la inversa, pues se creía que los compuestos 'orgánicos' sólo los podían sintetizar los seres vivos. Esta afirmación quedó en evidencia a partir de la síntesis de la urea $[(NH_2)_2 CO]$ en el laboratorio, primero en 1826 por Wöhler (1800-1882) a partir de cianato amónico y luego por su discípulo Kolbe (1818-1884), partiendo de sus elementos constituyentes. Durante la década de 1850 Berthelot (1827-1907) efectuó sistemáticamente la síntesis de alcohol metílico, alcohol etílico, metano, benceno y acetileno; también obtuvo una grasa, la triestearina, a partir de glicerol y ácido esteárico, que resultó ser idéntica a la natural. Desde entonces no han existido límites para la síntesis de compuestos cada vez más complejos y semejantes a los naturales. Las técnicas que se fueron desarrollando también abrieron el camino a la elaboración de sustancias no presentes en la Naturaleza y con propiedades singulares, como colorantes, medicamentos, aromas, nuevos materiales, etc.

19

¿Es lo mismo carbón que carbono?

➜ No, el carbón contiene otras sustancias además de carbono, pero el carbono puede encontrarse puro en la Naturaleza. El diamante es carbono puro en el que los átomos se unen fuertemente para formar un cristal tridimensional de gran dureza. El grafito también es carbono puro y en él los átomos se disponen formando láminas muy delgadas superpuestas en las que los átomos se unen covalentemente formando hexágonos. Cada una de estas láminas, transparentes y compactas, es lo que se conoce como grafeno. También existen otras estructuras esferoidales constituidas solo por carbono, los fulerenos, en las que sus átomos se unen formando hexágonos y pentágonos. El más popular es el buckminsterfulereno o buckybola o futboleno, con forma de balón de fútbol. Las asociaciones de fulerenos o los grafenos cilíndricos dan interesantes estructuras conocidas como nanotubos. Aunque los fulerenos ya se habían encontrado en rocas y meteoritos, en julio de 2010 se identificó en una nebulosa planetaria, por lo que se ha comenzado a especular si podrían haber transportado en su interior hasta la Tierra, sustancias que dieran origen a la vida.

20

¿De verdad un diamante es para siempre?

➜ De entre las formas naturales del carbono y en contra de lo que pudiera pensarse, desde el punto de vista termodinámico la más estable es el grafito. La evolución de diamante hacia grafito es un proceso espontáneo, ya que siempre hay una tendencia a la conversión hacia una forma de máxima estabilidad. Ahora bien, a temperatura y presión ambiente la velocidad con la que dicha transformación transcurre es extremadamente lenta, al estar implicados átomos de carbono que están rígidamente enlazados y por ello con muy poca movilidad, por lo que pueden pasar miles de años hasta ver algún cambio apreciable. Por tanto la cinética química salva a los joyeros y usuarios de las amenazas de la termodinámica, de manera que, en nuestra escala temporal 'un diamante es para siempre' y nos libraremos de ver cómo una preciada joya acaba convirtiéndose en una vulgar mina de lápiz.

21

¿Qué hace falta para que se dé una reacción?

➜ Es, por supuesto, indispensable que estén presentes todas las sustancias que van a reaccionar (los reactivos), en un medio adecuado: hay reacciones que se dan en fase gaseosa, otras en fase sólida, otras en fase acuosa... Para que se den algunas reacciones es preciso que se aporte energía, mientras que otras desprenden energía. Por otra parte hay que tener en cuenta la velocidad con que transcurren las reacciones. Por lo general, al aumentar la temperatura aumenta la velocidad. También hay sustancias, denominadas catalizadores, cuya presencia acelera la velocidad de una reacción sin que se aprecie que participen en ellas, pues permanecen inalteradas al final de las mismas. Un grupo particularmente importante para nosotros lo constituyen los enzimas, catalizadores de las reacciones biológicas. Son ellos los que hacen posible, por ejemplo, que en los seres vivos se den continuamente las reacciones vitales, en unas condiciones particularmente suaves de temperatura y presión.

22

¿Qué es una proteína desnaturalizada?

➜ Se dice que una proteína está desnaturalizada cuando su estructura tridimensional (espacial) se ve alterada por algún motivo (calor, agentes químicos, etc.). Una proteína desnaturalizada tiene propiedades distintas de la misma proteína en estado nativo. Lo vemos cuando calentamos el

huevo: la clara, que era líquida y transparente, se vuelve sólida y blanca a causa de la desnaturalización de la ovoalbúmina. En otros casos, el calentamiento tiene como resultado el ablandamiento de tejidos: cuando se guisa una carne, el tejido conjuntivo formado por la proteína denominada colágeno se desnaturaliza dando gelatina, con lo que el resultado neto es una carne más comestible. Como los enzimas tienen una parte de proteína, si no se desea que actúen se puede desnaturalizar: los sólidos suspendidos del zumo de naranja se depositan debido a la acción del enzima pectínesterasa, por lo que si se desea mantener la turbiedad hay que inactivar el enzima calentando.

23

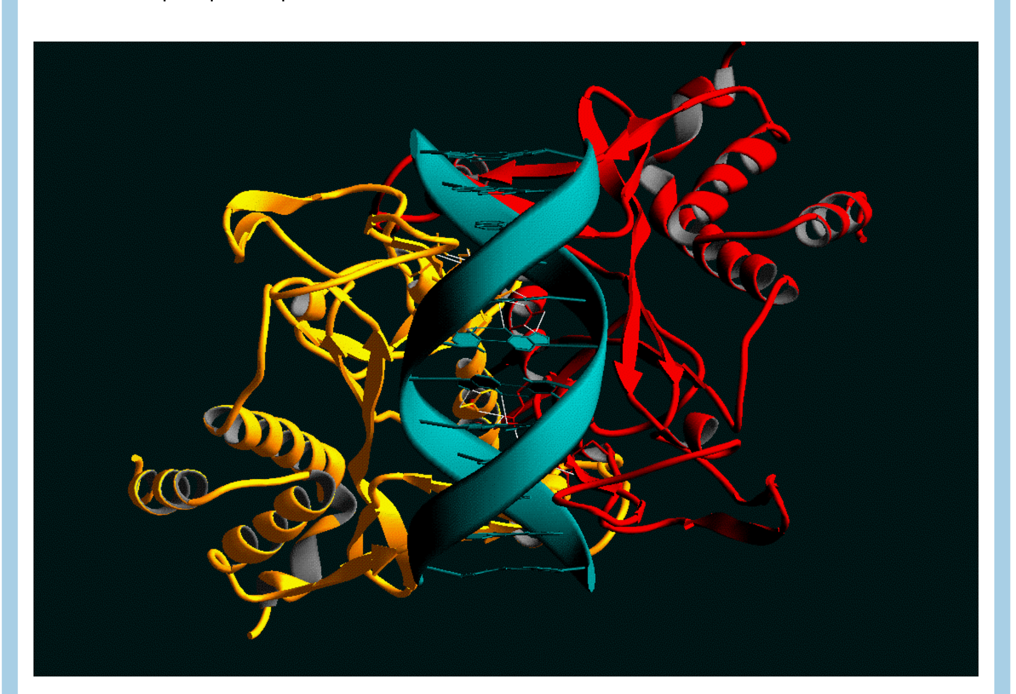
¿Qué es un abono NPK?

→ Un fertilizante que contiene nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). La composición de estos abonos ternarios, NPK, se expresa mediante tres números que indican las proporciones de los tres nutrientes: el primer número se refiere al nitrógeno, el segundo al fósforo y el tercero al potasio. Ahora bien, las cifras no se corresponden directamente con los porcentajes de cada elemento, pues el nitrógeno va expresado como N_2, el fósforo como pentóxido (P_2O_5) y el potasio como óxido (K_2O). Hacia 1840 y gracias al trabajo de Liebig (1803-1873) y otros, se supo que las plantas necesitaban que el suelo contuviera estos tres elementos en forma fácilmente asimilable, para poder construir sus tejidos. El otro elemento indispensable, el carbono (C) lo pueden tomar del dióxido de carbono (CO_2) presente en la atmósfera.
Por supuesto que las plantas necesitan disponer de otros elementos (oligoelementos) en proporciones menores, pero éstos suelen acompañar como impurezas a los mayoritarios o al agua de riego.

24

¿Qué es un enzima?

→ Todos los enzimas tienen una parte de proteína y otra que puede serlo o no. La porción proteínica tiene una estructura espacial que puede fijar a la molécula sobre la que tiene que actuar (sustrato) en una posición determinada, de manera que la parte que tiene que reaccionar quede enfrentada a la porción del enzima que tiene la actividad catalítica. Por tanto, es efectivo siempre y cuando estén presentes ambas porciones del enzima y la fijación sea la correcta, lo cual depende de la estructura tridimensional de la porción proteica (que depende del grado de hidratación o de que la proteína esté desnaturalizada o no), así como de la estructura del sustrato. Su selectividad determina que pueda funcionar sobre un isómero y no sobre otro: el almidón y la celulosa son dos polímeros compuestos por unidades del azúcar glucosa unidas formando cadenas. Cuando ingerimos alimentos que contienen almidón, las enzimas de la saliva (llamadas diastasas o amilasas) comienzan a romper sus cadenas con ayuda del agua de la saliva (hidrólisis enzimática), por lo que tras masticar pan durante un rato notamos el sabor dulce. Pero estas enzimas no degradan la celulosa (que se diferencia del almidón únicamente en la disposición espacial del enlace), por lo que los seres humanos no podemos digerirlas, mientras que los rumiantes sí (porque disponen del enzima celulasa).



25

¿Son muy importante los enzimas para la vida?

→ Muchísimo. Sin ir más lejos, nuestro propio cuerpo es un reactor bioquímico en el que se dan, dentro de un intervalo de temperaturas relativamente estrecho, todas las reacciones vitales y que están gobernadas por la acción de diferentes enzimas. Este sinfín de procesos químicos en los que intervienen enzimas no tendría lugar si éstos no actuaran. Hoy día se sabe que muchas vitaminas del grupo B, hidrosolubles, necesarias para una vida saludable, son coenzimas (las porciones catalíticas de algunos enzimas) que en asociación con determinadas proteínas llevan a cabo ciertas reacciones vitales. Como nuestro organismo no puede sintetizarlos, hay que ingerirlos con los alimentos, pues si no están presentes esas reacciones no pueden llevarse a cabo. Igual sucede en otros tipos de reacciones químicas, como las fermentaciones. En otras ocasiones los grupos prostéticos de las proteínas son algunos metales, que si no están presentes o se encuentran en una forma química no disponible, impiden también la acción enzimática.



26

¿Son necesarios los fertilizantes químicos?

➜ Dentro del ciclo vital natural, hojas, frutos y semillas caen al suelo devolviendo lo que la planta tomó de él, pero si se rompe el ciclo mediante la recolección, el suelo se empobrece y tarda en reponerse. Por ejemplo, el fenómeno de 'vecería' que se achaca al cultivo del olivar tiene esta causa, ya que al retirarle la aceituna retiramos con ella los nutrientes que necesita el árbol y si no se reponen la siguiente cosecha será inferior. Puesto que el carbono se fija a partir del dióxido de carbono atmosférico, los tres elementos que deben aportarse indispensablemente son el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K). Sin la utilización de los fertilizantes químicos la producción agrícola no habría podido afrontar la alimentación de una población que no cesa de crecer, lo que no sería posible únicamente con abonos naturales como el estiércol. Además, por otra parte la disponibilidad de suelo fértil prácticamente ha tocado techo, a menos que se recurra a prácticas tan agresivas como la deforestación. Eso sí, los fertilizantes han de aplicarse de manera racional, aportando las dosis necesarias y con la frecuencia adecuada.

27

¿Cómo se obtienen los abonos químicos?

➜ Pocos vegetales son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico, por lo que hay que aportarlo en forma asimilable. En un principio se utilizaba el guano, excrementos de ave mineralizados de la costa oeste de Sudamérica, que posteriormente fue desplazado por el nitrato de sodio ($NaNO_3$) de los yacimientos del norte de Chile. Un subproducto de la fabricación del gas de alumbrado, el sulfato de amonio [$(NH_4)_2SO_4$] también se utilizó con esta finalidad, pero la verdadera revolución se produjo cuando en 1913 Haber (1868-1934) hizo posible la síntesis industrial del amoníaco (NH_3) mediante la fijación química del nitrógeno. El estallido de la Primera Guerra Mundial (1914-1918) desabasteció a Alemania del nitrato de Chile por lo que el proceso Haber se convirtió en la principal fuente de ácido nítrico (HNO_3) para obtener nitratos. Por otra parte, los abonos fosforados se obtienen a partir de las rocas fosfáticas presentes en grandes yacimientos y constituidas principalmente por fosfato tricálcico [$Ca_3(PO_4)_2$], por tratamiento con ácido sulfúrico (H_2SO_4) hasta lograr el nivel de degradación deseado.



28

¿Qué son los productos agroquímicos?

➜ Son productos que contribuyen a que las plantas tengan un estado saludable. Al igual que los seres humanos, las plantas pueden sufrir trastornos y enfermedades. Si les falta algún nutriente que no puedan sintetizar, los vegetales sufren una carencia que se manifiesta por diversos síntomas, los cuales cesan cuando se les aporta el nutriente en defecto. Pero también pueden sufrir enfermedades, cuyo origen suele ser biológico y que normalmente afectan a una extensión de cultivo (las plagas). Las plagas son el equivalente a las epidemias que se dan en el Reino animal y sus consecuencias pueden ser nefastas. Al igual que nosotros tomamos medicinas para curarnos, las plantas se tratan con productos plaguicidas que atacan a los agentes causantes de la enfermedad. Y al igual que nos vacunamos para prevenir enfermedades, las plantas se pueden tratar con productos fitosanitarios para evitar el ataque de patógenos. En el caso de las materias primas alimentarias se estima que sin el empleo de productos agroquímicos las pérdidas en algunas cosechas podrían alcanzar hasta el 40%. Eso sí, los productos han de ser inocuos para los humanos y deben aplicarse con dosis y frecuencias apropiadas.

29

¿Cómo se inventó la fotografía?

➜ En el siglo XVIII un científico italiano, Angelo Scala, observó que al exponer al sol el nitrato de plata se oscurecía. En 1727 Schulze también lo advirtió, probó a pegar en el frasco unas tiras de papel y vio que solo se oscurecían las partes en que no había papel, descartando que el fenómeno se debiera al calor. Experimentos parecidos los repitió Thomas Wedgwood en el siglo XIX e incluso hizo uso de una cámara oscura para obte-

ner imágenes, sin mucho éxito. Fue en 1839 cuando Daguerre empleó yoduro de plata para captar las imágenes y tiosulfato sódico para eliminar el yoduro de plata no alterado y 'fijar' las imágenes. Logró así reproducciones de buena calidad en una escala de grises, a las que se llamó daguerrotipos. El mismo año, William Henry Talbot presentó a la Royal Institution de Londres su sistema positivo-negativo. En 1847, Niepce comenzó a utilizar placas de vidrio recubiertas de una emulsión de compuestos de plata en clara de huevo, pero presentaba inconvenientes. Fue Eastman el que desarrolló las emulsiones de bromuro de plata en gelatina y sustituyó el soporte por celuloide, con lo que nació el carrete fotográfico.

30

¿De dónde se obtienen los polímeros sintéticos?

→ Al principio del carbón y actualmente del petróleo. La fabricación de gasolinas por rotura (craqueo) de las grandes cadenas de hidrocarburos del petróleo, deja compuestos con cadenas carbonadas cortas (C_2 a C_4). Estas fracciones ligeras se comenzaron a aprovechar en Estados Unidos hacia 1930, pero en Europa se comenzó mediado el siglo XX. Con el nacimiento de la industria petroquímica se originó una bajada de los precios de los polímeros obtenidos a partir de estas sustancias sencillas. Este hecho, junto con el desarrollo por Ziegler y Natta de nuevos catalizadores organometálicos (compuestos orgánicos que contienen metales pesados), trajo consigo un incremento de aplicaciones y consumo. Últimamente y debido a los problemas derivados de la acumulación de residuos no biodegradables, se está prestando atención a polímeros, como el ácido poli-láctico (PLA), que puede obtenerse a partir de los hidrolizados de residuos ricos en almidón o en celulosa.

31

¿Hay cauchos artificiales?

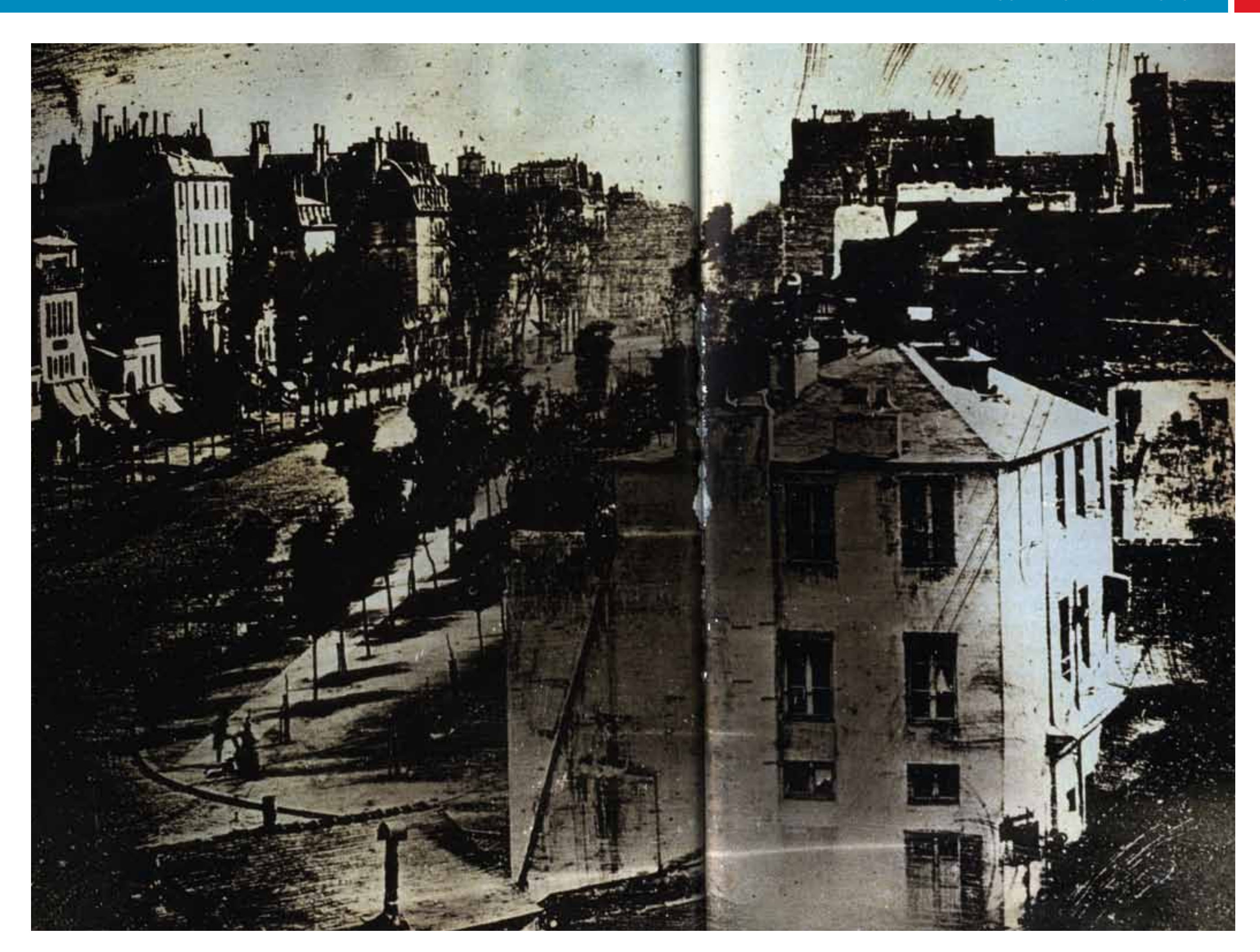
→ El caucho es un exudado de una planta, el árbol del caucho, y fue a dado a conocer en Europa por La Condamine en 1740. Mackintosh, en 1823, lo utilizó para impermeabilizar telas (gabardinas), pero el resultado no era satisfactorio, pues sus propiedades se veían afectadas por la temperatura y por la humedad. En 1839 Goodyear logó mejorar su comportamiento al calentar caucho natural con azufre, procedimiento que se conoce como vulcanización, dependiendo las propiedades del caucho vulcanizado de la proporción de azufre añadido. La demanda de caucho creció espectacularmente cuando se comenzaron a fabricar automóviles y el estallido de la Segunda Guerra Mundial puso en evidencia la fragilidad del suministro, por lo que comenzaron a fabricarse cauchos sintéticos, como el neopreno, adaptados a las necesidades específicas. El conflicto bélico también propició la síntesis de otros polímeros, como los acrílicos (metacrilatos), que son transparentes y resistentes a los impactos, por lo que eran idóneos para ciertas partes de los aviones, como ventanillas y torretas de radar o de ametralladoras. Durante este conflicto Alemania dependió casi por completo de la industria química.



32

¿Todos los polímeros son plásticos?

→ No todos, pues dependiendo de su elasticidad se clasifican en elastómeros, plásticos y fibras. En general los polímeros lineales son termoplásticos y no se descomponen al calentar, por lo que se pueden moldear. De este tipo son el polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), policarbonato (PC), politereftalato de etileno (PET), metacrilato de polimetilo… El cloruro de polivinilo (PVC) puede hacerse más o menos plástico por adición de una sustancia plastificante y podemos encontrarlo desde en películas hasta en tuberías. Por otra parte, los polímeros ramificados, como las espumas de poliuretano o las resinas epoxi, se descomponen al calentar. Dependiendo de su composición se pueden obtener polímeros con una gran diversidad de propiedades, de manera que en nuestro día a día los tenemos presentes



en lámparas y enchufes, gafas y lentes, juguetes, ropa, pinturas, envases y envolventes, bolígrafos y ordenadores, muebles, automóviles, utensilios de cocina, accesorios de baño... A veces van solos y otras forman parte de materiales compuestos, como en los envases de leche.

33

¿Son iguales todas las unidades de un polímero?

➜ Todos los polímeros son macromoléculas, lineales o ramificadas, constituidas por compuestos químicos sencillos, que se llaman monómeros, enlazados entre sí. La denominación de copolímero se reserva para aquellos polímeros cuyas cadenas están constituidas por más de un monómero distinto. En un copolímero los monómeros pueden estar dispuestos de una manera regular o al azar. Por ejemplo, las fibras comercializadas por ICI como Terylene® o por DuPont como Dacron® son tereftalato de polietilén glicol en las que los monómeros se disponen de una manera regular. Sin embargo, en pinturas plásticas como las formadas por emulsiones de acetato de vinilo copolimerizado con etilhexilacrilato, los monómeros se distribuyen aleatoriamente en la cadena. También existen copolímeros en la naturaleza, como las proteínas, cuyas cadenas se forman a partir de diferentes aminoácidos.

34

¿Tienen algo que ver el celuloide con la celulosa?

➜ El celuloide es un derivado de la celulosa desarrollado por Hyatt en 1869 al tratar la nitrocelulosa con alcanfor. La nitrocelulosa había sido descubierta por Schönbein en 1845 y resultó ser un potente explosivo, por lo que también se la conocía como 'algodón pólvora'. El celuloide es un material termoplástico, transparente y flexible, que no es explosivo, aunque sí inflamable. Por eso a principios del siglo XX comenzó a sustituirse por acetato de celulosa, más seguro, aunque 'celuloide' y 'película' quedaron como sinónimos. También la celulosa fue el punto de partida para las primeras fibras textiles no naturales, obtenidas mediante tratamiento químico. Cross y Bevan trataron celulosa con disulfuro de carbono y álcali, obteniendo 'viscosa', que una vez presionada a través de unos orificios muy finos y pasada por un baño ácido, dio lugar al rayón, fibra con propiedades muy parecidas a las de la seda. Más tarde Carothers, que trabajaba para DuPont, desarrolló un polímero artificial, el poliéster, al que siguió el nylon, una poliamida que se empezó a comercializar en 1940 y que con la entrada de los Estados Unidos en la II Guerra Mundial, desplazó a la seda procedente de Japón en la fabricación de medias... y de paracaídas.

35

¿Tiene algo que ver el chicle con el caucho?

→ El nombre chicle procede de la goma de látex del chicozapote (*Achras zapota*), planta selvática centroamericana. Se cuenta que el presidente de México Antonio López de Santa Ana (1797-1876) entregó unas muestras de esta goma a Thomas Adams para ver si se podía utilizar como sustituto del caucho. Viendo que no era viable, Adams decidió cortarlo en tiras y venderlo como goma de mascar, marcando el nacimiento de la Adams N. Y. Chewing Gum. Este chicle fue desplazado por polímeros sintéticos en los años 40. Primero fueron polímeros de isopreno, a los que siguieron los de isobutileno, acetato de polivinilo, laurato de polivinilo y copolímeros butadieno-estireno y butadieno-isopreno. Pero además de la goma base, en la formulación de un chicle moderno pueden entrar entre 15 y 30 ingredientes distintos: edulcorantes, saborizantes, emulgentes, humectantes, colorantes y an-

AGEPHOTOSTOCK

38

¿Son productos químicos las medicinas?

→ Por supuesto que sí, como todas las sustancias conocidas y por conocer. Si hay un medicamento famoso es la Aspirina®, ácido acetil salicílico, sintetizado con gran pureza por Félix Hoffmann, químico de Bayer, en 1897. Anteriormente se sabía que la corteza del sauce blanco era efectiva frente a la fiebre, y J. Büchner en 1828 aisló de ella un principio activo que llamó salicilina, el cual fue desdoblado por R. Piria en 1838 en azúcar y ácido salicílico. Aunque C. F. Gerhardt ya había sintetizado en 1853 el ácido acetil salicílico por un complicado procedimiento, Hoffmann consiguió un producto con menos efectos secundarios y mayor estabilidad partiendo del alquitrán de hulla. Muchos fueron los productos farmacéuticos que se sintetizaron a partir de entonces y hoy día se está en condiciones de fabricar medicamentos 'a la medida' a partir del conocimiento de las estructuras químicas de los principios activos.

tioxidantes. Los humectantes impiden que la goma se seque en exceso y quede dura. Los emulgentes dan una textura suave y permiten que al masticar la mezcla sea homogénea. Y también pueden añadirse ingredientes especiales con algún tipo de actividad beneficiosa: flúor, vitaminas, sustancias para prevenir el mareo...

36

¿Qué llevan las sartenes para que no se pegue la comida?

→ Su nombre es politetrafluoretileno (PTFE) y comenzó a ser comercializado por DuPont con el nombre Teflon® a mediados del siglo XX. Fue descubierto accidentalmente a principios de 1938 por el equipo formado por Benning, Plunkett y Rebok cuando intentaban obtener un nuevo Freon® (fluido utilizado en los circuitos de refrigeración, en los frigoríficos y en aerosoles) a base de tetrafluoretileno (TFE). Observaron que al día siguiente de envasarlo el recipiente no tenía presión en su interior, pero tampoco había variado su peso. Cuando cortaron el cilindro hallaron un sólido blanco y cuando intentaron limpiarlo vieron que no se disolvía en ninguno de los disolventes habituales. Deduciendo que se había producido una polimerización espontánea, lo sometieron a ensayos que pusieron de manifiesto sus propiedades desusadas. Por su resistencia química y térmica, así como por su bajo coeficiente de rozamiento tiene numerosas aplicaciones: cojinetes, válvulas, material de laboratorio...

37

¿Se han descubierto muchos productos químicos por casualidad?

→ Si por casualidad se entiende que buscando obtener una sustancia se forma otra y se investiga su composición, sus propiedades y el mecanismo de formación, sí. Precisamente un descubrimiento fortuito inició la era de los colorantes sintéticos. W.H. Perkin (1838-1907) estaba buscando sintetizar la quinina (un medicamento eficaz contra la malaria) pero obtuvo un residuo sólido oscuro que al ser disuelto en alcohol presentaba una tonalidad púrpura y que teñía la lana y la seda. Con solo 18 años patentó la idea y montó una empresa para explotar su tinte (malva o mauveína), obteniendo grandes ganancias. Posteriormente sintetizó otros tintes y perfumes y cuando tenía 36 años vendió la empresa y dedicó el resto de su vida a la investigación en Química orgánica. Y estas situaciones no solamente se presentan en la Química, sino también en el resto de las Ciencias: por ejemplo, así se descubrió la penicilina.

39

¿Qué son los biomateriales?

→ En sentido amplio un biomaterial sería un material diseñado para actuar con sistemas biológicos con el fin de evaluar, tratar, aumentar o reemplazar algún tejido, órgano o función del cuerpo. Los biomateriales están destinados a la fabricación de componentes, piezas o aparatos y sistemas médicos para su aplicación en seres vivos. Deben ser biocompatibles: se llaman bioinertes a los que tienen una influencia nula o muy pequeña en los tejidos vivos que los rodean, mientras que son bioactivos los que pueden enlazarse a los tejidos óseos vivos. Los biomateriales pueden ser de origen artificial, (metales, cerámicas, polímeros) o biológico (colágeno, quitina, etc.). Atendiendo a la naturaleza del material artificial con el que se fabrica un implante, se puede establecer una clasificación en materiales cerámicos, metálicos, poliméricos o materiales compuestos. Los biomateriales poliméricos son ampliamente utilizados en clínicas, en implantes quirúrgicos, como en membranas protectoras, en sistemas de dosificación de fármacos o en cementos óseos acrílicos. Los metálicos se usan cuando es imprescindible soportar carga, como ocurre en las prótesis de cadera, para las que se utilizan aleaciones de cobalto (Co) con cromo (Cr) o de titanio (Ti) con aluminio (Al) y vanadio (V); el titanio también se usa en implantes dentales. Las biocerámicas se emplean en la fabricación de implantes que no deban soportar cargas, como es el caso de la cirugía del oído medio, en el relleno de defectos óseos tanto en cirugía bucal como en cirugía ortopédica y en el recubrimiento de implantes dentales y articulaciones metálicas.

40

¿De qué están hechos los materiales cerámicos?

→ Los griegos usaban el término keramikos (sustancia quemada) para referirse a los productos obtenidos por la acción del fuego sobre los materiales naturales. Tradicionalmente el concepto de cerámica se ha asociado de forma general con objetos de arte, vajillas..., es decir, con cerámicas basadas en silicatos (compuestos derivados de la sílice, SiO_2). Aunque estos tipos de productos han tenido y siguen teniendo una gran importancia en la sociedad, existe una emergente familia de cerámicas, denominadas cerámicas avanzadas, que tienen propiedades mecánicas, eléctricas, térmicas, ópticas, magnéticas ó una resistencia a la corrosión/oxidación mayores que las cerámicas tradicionales. Estos compuestos son fundamentalmente de dos tipos: cerámicas oxídicas, derivadas de óxidos de aluminio (Al_2O_3), circonio (ZrO_2), etc. y no-oxídicas, como por ejemplo las de nitruro o carburo de silicio (Si_3N_4, SiC). La mayoría de estos materiales tienen bajas conductividades y por ello se usan como refractarios con gran impacto en la industria química, metalúrgica y del vidrio. Hay cerámicas estructurales (biocerámicas, recubrimientos, herramientas de corte, componentes de motores, partes estructurales de aviones, automóviles, maquinaria...), cerámicas electrónicas/eléctricas (condensadores, aislantes, piezoeléctricos, sustratos, superconductores...) y cerámicas para procesado químico y medioambiental (filtros, membranas, catalizadores, soportes para catalizadores...).


MONONEURONA.ORG

41
¿Cómo se transmiten las señales nerviosas?

→ Las neuronas del sistema nervioso transmiten las señales por procedimientos químicos, emitiendo unas sustancias llamadas 'neurotransmisores' que excitan o inhiben a las neuronas adyacentes. Se estima que pueden ser un centenar de sustancias distintas. Las primeras en identificarse, entre 1930 y 1960, fueron aminas, a las que siguieron en los años 60 los aminoácidos como el glutámico, el aspártico y la glicina (los principales neurotransmisores del cerebro). Hacia 1970 se descubrió un tercer grupo, formado por péptidos (acetilcolina, serotonina, dopamina...) y los más recientemente identificados son dos gases conocidos por ser contaminantes ambientales: el óxido nítrico (NO) y el monóxido de carbono (CO). Por ejemplo, el NO interviene en el sistema nervioso involuntario, en los procesos inflamatorios o en la regulación del tránsito sanguíneo, mientras que el CO endógeno interviene en los procesos de memorización y aprendizaje y en el control de la respiración, sobre todo cuando el nivel de oxígeno en sangre es bajo.

42
¿Es un contaminante atmosférico el dióxido de carbono?



→ El dióxido de carbono (CO_2) es un gas presente de manera natural en la atmósfera y que está relacionado con los procesos vitales. Los seres vivos cuando respiramos 'quemamos' las materias orgánicas con el oxígeno atmosférico y desprendemos CO_2, pero las plantas verdes toman este gas y con ayuda de la luz lo transforman en materia orgánica, que nos sirve de alimento a los seres heterótrofos. Ahora bien, el dióxido de carbono también se produce cuando se queman materias carbonadas, como el carbón, la madera o los combustibles fósiles (gases licuados del petróleo, gas natural, gasolina o gasóleo). Si su emisión no se ve compensada adecuadamente por su fijación aumentaría su concentración en la atmósfera y contribuiría al calentamiento del Planeta, ya que al no dejar disiparse la radiación infrarroja provoca el 'efecto invernadero', pues es el segundo gas atmosférico, tras el vapor de agua, que contribuye a dicho fenómeno. Por otro lado, al absorberse en el agua se forma ácido carbónico (H_2CO_3), que podría influir en algunos ecosistemas, como los arrecifes de coral.



43
¿Qué gas llevan los refrescos?

→ El gas que llevan las bebidas refrescantes es dióxido de carbono (CO_2), que se incorpora disuelto en agua cuando se diluye el producto base concentrado. Los gases son más solubles a temperaturas bajas, siendo la concentración de saturación a 0ºC próxima al 0,6 %. La cerveza fría se satura, antes de envasar, con el dióxido de carbono recuperado de la fermentación con levaduras del mosto. En el cava, el dióxido de carbono es el que se ha generado durante la fermentación en la propia botella (en los vinos 'gasificados' se añade después, como en los refrescos). El dióxido de carbono también está en otros alimentos de textura esponjosa, como el pan, en el cual proviene de la fermentación de la masa con la levadura *Saccharomyces*



46
¿Qué es la lluvia ácida?

➜ Es agua de lluvia formada en presencia de dióxido de azufre, el cual se oxida por el oxígeno dando trióxido de azufre (SO_3), que origina ácido sulfúrico (H_2SO_4), corrosivo. Corroe los metales y ataca a los monumentos (el mármol es carbonato de calcio, $CaCO_3$) formando sulfato de calcio ($CaSO_4$), soluble en el agua de lluvia. También puede atacar al papel, pues el fabricado a partir de 1750 contiene trazas de óxidos metálicos que catalizan la conversión del dióxido en trióxido de azufre, aunque los manuscritos anteriores a esa fecha no contienen dichos óxidos metálicos y por ello son casi inmunes a la acción del SO_2. La superficie del mármol puede protegerse con una mezcla de hidróxido de bario [$Ba(OH)_2$] y urea [$(NH_2)_2CO$] ya que ambas reaccionan entre sí para formar una capa insoluble de carbonato de bario ($BaCO_3$). Si sobre ella cae lluvia ácida, se forma sulfato de bario ($BaSO_4$), aún más insoluble, por lo que el monumento queda protegido por muchos años.

cerevisiae, mientras que en bollería, como en los bizcochos y magdalenas, lo que se utiliza para producir el gas es una levadura 'química', una mezcla de compuestos sólidos que en presencia de agua reaccionan para desprender CO_2.

44
¿Qué es el ozono?

➜ El ozono es un gas cuyas moléculas están formadas por tres átomos de oxígeno (su fórmula es O_3). Se forma en la atmósfera a partir del oxígeno, en las capas altas por acción de la radiación ultravioleta y también por acción de descargas eléctricas durante las tormentas, y se descompone con facilidad, teniendo un carácter oxidante fuerte, por lo que se utiliza para desinfección terapéutica y en tratamiento de aguas. En la estratosfera se acumula formando una capa que protege al Planeta de las radiaciones ultravioletas nocivas. Esta capa protectora puede debilitarse en presencia de sustancias contaminantes, como los compuestos clorofluorcarbonados (CFC), que se han utilizado mucho para producir frío (acondicionadores de aire, cámaras de refrigeración y congelación) en circuitos cerrados, aunque también se han empleado profusamente para producir aislantes (espumas poliméricas) y como propelentes en aerosoles, liberándose a la atmósfera, por lo que su uso está muy controlado.

45
¿Qué composición tiene un aislante térmico?

➜ Depende del intervalo de trabajo pero los materiales que se emplean para fabricar los aislamientos térmicos deben caracterizarse por conducir mal el calor, es decir, deben tener una baja conductividad térmica y además resistir las condiciones de trabajo. Los materiales cerámicos refractarios se emplean para temperaturas entre 250º y 1.500ºC. Por debajo de los 250ºC da buen resultado la lana de vidrio, compuesta por planchas de finos hilos de este material, revestidas exteriormente con delgadas láminas de aluminio. Para bajas temperaturas se usaban en un principio productos naturales, como el corcho, pero su resistencia mecánica es pequeña y además es inflamable. Por eso se han ido introduciendo otros materiales, si bien copiando del corcho la estructura porosa, ya que los gases son malos conductores. Así se utilizan espumas sólidas fabricadas a partir de sustancias poliméricas poco conductoras (poliuretano, poliestireno) por inyección de un gas, que puede ser aire seco. Las espumas pueden adquirirse en planchas o generarlas sobre las superficies a aislar.

47

¿De dónde procede el dióxido de azufre?

➜ Se origina por la actividad humana, por ejemplo cuando se tuestan sulfuros metálicos o se queman combustibles fósiles que contienen azufre (S), tanto en el transporte como en la industria. La tostación de los sulfuros minerales se lleva a cabo para beneficiar metales. Así, por ejemplo, el cinc se encuentra en la naturaleza en la blenda en forma de sulfuro de cinc (ZnS) y a partir de este, se obtiene mayoritariamente el metal mediante un proceso llamado tostación, en el que se calienta el ZnS en una corriente de aire, de modo que se oxida a ZnO y se desprende dióxido de azufre (SO_2). Posteriormente, el ZnO se trata en un alto horno con un reductor, generalmente carbón de coque, para que el óxido metálico se reduzca y deje libre el metal, desprendiéndose dióxido de carbono (CO_2). El cinc (Zn), es un metal que ocupa el número 23 entre los más abundantes de la tierra y tiene importantes aplicaciones, entre otras, la fabricación de baterías para la industria aerospacial y de ordenadores portátiles o piezas para la industria del automóvil.

48

¿Qué diferencia al hierro del acero?

➜ El elemento hierro se obtiene de sus menas en el alto horno, tratándolas con coque. El hierro de fundición, también llamado arrabio, es el hierro obtenido directamente del alto horno y tiene muchas impurezas y escorias. Si se funde otra vez, se obtiene un hierro de segunda fundición, con menos impurezas, llamado hierro colado, que se emplea para estufas, cocinas.... El hierro dulce, es el hierro de fundición al que se le han eliminado prácticamente todas las impurezas, es muy resistente y tenaz, y se emplea para objetos que deben soportar grandes tracciones, como anclas de barco, cadenas, herrajes... El acero es una aleación (mezcla) de hierro y carbono, con contenido en éste entre el 0,5 y el 2%, pero también puede contener otros metales en pequeña proporción, como níquel (Ni), manganeso (Mn), cromo (Cr), vanadio (V), wolframio (W), que le confieren propiedades peculiares. El acero es más duro que el hierro, es dúctil y maleable, muy elástico, tenaz, aunque es relativamente frágil. Está muy presente en muchos usos de nuestra vida cotidiana, como estructuras, maquinaria, herramientas, vehículos pesados, material rodante, barcos, etc. Los utensilios de cocina de 'acero inoxidable' (ollas, cubiertos...) están fabricados con acero al cromo-níquel.



49

¿Puede producirse electricidad químicamente?

➜ Efectivamente, las pilas galvánicas o células son dispositivos capaces de producir corriente eléctrica a partir de una reacción química en la que tenga lugar un intercambio de electrones (reacción de oxidación-reducción o proceso redox). La transferencia de los electrones tiene lugar desde la sustancia más electropositiva, que se oxida, a la más electronegativa, que se reduce, pero no se hace de forma directa entre las dos sustancias sino que tiene lugar a través de un conductor externo, lográndose así la producción de corriente eléctrica. Las primeras pilas se hicieron a principios del siglo XIX y consistían en una serie alternada de discos de dos metales, separados por una tela mojada en una disolución salina. Puede hacerse una pila apilando alternadamente monedas de níquel y cobre, separándolas por papel de filtro mojado en agua salada. Los electrones circulan a través de la pila, pero hasta que los extremos se conecten mediante un cable no salen hacia el exterior. Con este dispositivo podemos encender una pequeña bombilla.

50

¿Por qué las sales conducen la corriente?

➜ Porque son electrolitos. Los electrolitos son aquellas sustancias que al disolverse en agua permiten el paso de la





51
¿Por qué se oxida el hierro?

➜ Debido a una reacción redox (o de oxidación-reducción). Este es un tipo de reacciones en las que se intercambian electrones entre los reactivos de forma que cambian sus estados de oxidación. En toda reacción redox hay una sustancia que pierde electrones (se oxida) actuando como reductor y una sustancia que gana electrones (se reduce) y que actúa como oxidante. Un ejemplo cotidiano son las piezas de hierro expuestas al aire y la humedad. Pasado un tiempo vemos como se forma una capa de óxido de hierro y decimos que se ha oxidado. Los elementos tienen estado de oxidación 0 y así el hierro puede oxidarse perdiendo electrones, que son transferidos al oxígeno, que gana dos electrones y se reduce, pasando del estado de oxidación 0 al -2. La reacción global podría resumirse como: $2\ Fe + 3\ O_2 \rightarrow 2\ Fe_2\ O_3$. Como sólo se precisa que haya cesión de electrones por un átomo y ganancia de electrones por otro diferente, el hierro se oxidaría igualmente en una atmósfera de cloro, de azufre o de oxígeno.

corriente eléctrica. Uno de los electrolitos más empleados en la vida cotidiana es la sal común (cloruro de sodio NaCl). Al disolverse en agua la sal se disocia en los iones correspondientes (el catión sodio Na^+ y el anión cloruro Cl^-). Estos iones pueden moverse en el seno de la disolución, por lo que si en la misma introducimos los extremos de un circuito eléctrico, el movimiento de los iones permitirá el paso de la corriente eléctrica. Cuanto mayor sea la cantidad de sal disuelta más fácilmente podrá conducir la corriente eléctrica, pues aumentará la conductividad del medio acuoso. Si se hiciera lo mismo sustituyendo la sal por azúcar se vería que la disolución resultante no es conductora, debido a que el azúcar no es un electrolito: al disolverse en agua no se disocia en iones sino que permanece como moléculas neutras.

52
¿Puede la corriente eléctrica provocar una reacción?

➜ Sí, y un ejemplo es la electrolisis, un proceso químico importante que emplea la corriente eléctrica para provocar un proceso de oxidación-reducción no espontáneo, contrario al de la pila. Una de sus aplicaciones es para recubrir objetos de una fina capa de metal. Normalmente, se usan para recubrir metales con otros más nobles y estables. Así, el hierro se hace más estable 'galvanizándolo', es decir, recubriéndolo de cinc. Aunque también hay latas de conserva de aluminio, las tradicionales se forman a partir de una plancha de hojalata electrolítica, constituida por una delgada lámina de acero recubierta de estaño. Por otra parte el cromado y el niquelado (recubrimiento por cromo o por níquel) se usan para revestir piezas de acero de motos, coches, maquinaria, etc., que adquieren así un aspecto claro brillante. Otras veces las piezas u objetos de relojería y joyería se recubren de plata (plateado) o de oro (dorado) mediante electrodeposición. El proceso se denomina galvanostegia.

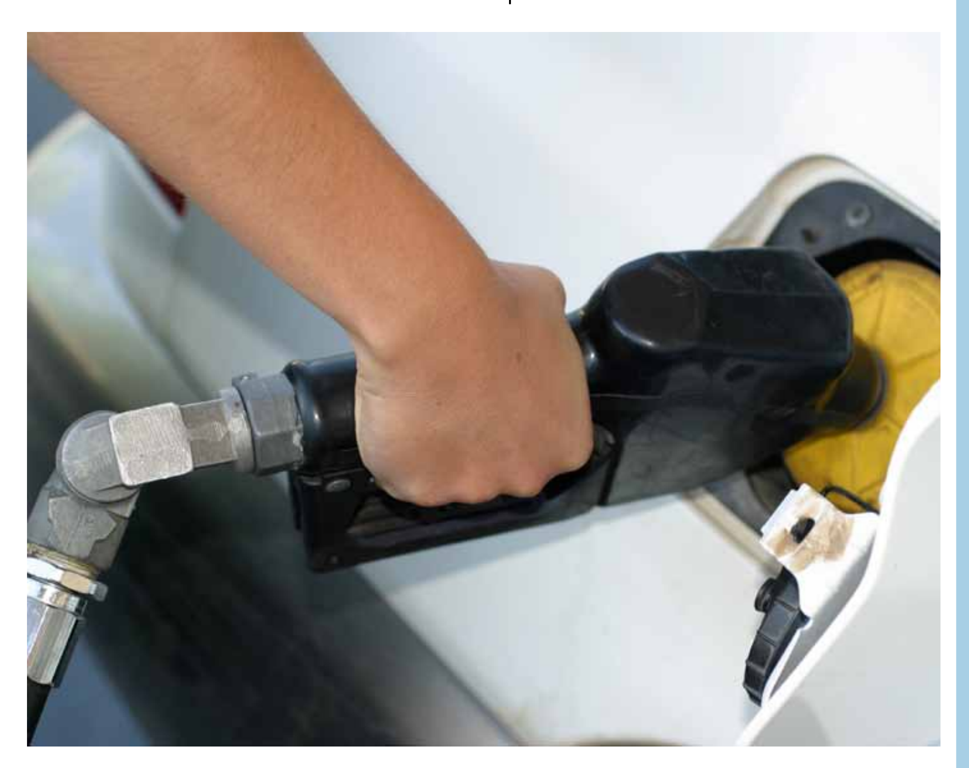
NASA

53
¿Por qué se producen las explosiones?

→ Una explosión es una combustión muy rápida en la que se libera un gran volumen de gases, que al expandirse provocan la explosión. Por ejemplo, la pólvora negra está compuesta de nitrato de potasio (KNO_3), carbón (C) y azufre (S). El nitrato aporta el oxígeno para la combustión y forma N_2: es por lo tanto el 'comburente'. El carbón (con alto contenido en carbono) es el combustible y reacciona formando CO_2. El azufre regula la combustión y proporciona cierta compacidad a la mezcla, generando además al arder SO_2 y SO_3. Explosivos clásicos son también la nitrocelulosa y la nitroglicerina, compuestos formados por reacción del ácido nítrico (HNO_3) con los grupos alcohol (-OH) de la celulosa y de la glicerina, respectivamente. Como la nitroglicerina era muy inestable y provocaba por percusión explosiones accidentales, Alfred Nobel (1833-1896), observó que al absorber nitroglicerina en tierra de diatomeas se podía manejar con más seguridad, inventando así la dinamita. Las principales aplicaciones pacíficas de los explosivos se encuentran en la minería y en las obras públicas.

54
¿En qué se basa la datación por Carbono-14?

→ Los vegetales toman constantemente carbono de la atmósfera, en forma de dióxido de carbono, y lo incorporan a sus tejidos. El elemento carbono presenta varios isótopos y el de la atmósfera contiene una pequeña parte de carbono radiactivo: el Carbono-14 (C-14). Mientras el vegetal está vivo, la proporción de C-14 en sus tejidos es la misma que la que hay en la atmósfera, igual que sucede con los tejidos de los animales que se han alimentado con materia vegetal. Pero cuando cesa la respiración y muere un ser vivo, el C-14 se va desintegrando progresivamente y su proporción en los tejidos disminuye. Como se conoce la velocidad con la que se degrada, midiendo la proporción de C-14 en un momento dado se puede conocer cuánto hace que el organismo ha muerto, lo que permite estimar la edad de los materiales hechos a partir de él.



55
¿Por qué se usan gasolinas sin plomo?

→ En los motores de combustión de los automóviles se quema gasolina (hidrocarburos) para obtener la energía propulsora, y a través de los tubos de escape de los vehículos, se expulsan a la atmósfera substancias que contribuyen a su contaminación: Hidrocarburos sin quemar, monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno y aditivos del combustible, entre otras. Para reducir las emisiones desde hace unos años los coches incorporan un dispositivo denominado convertidor catalítico o 'catalizador', por el que pasan los gases procedentes del motor antes de expulsarlos. En su interior hay un catalizador, con frecuencia a base de platino (Pt), rodio (Rh) u óxidos de metales de transición, que facilita la transformación de las sustancias contaminantes en otras menos perniciosas. Los catalizadores son muy efectivos (reducen del orden del 85% la emisión de gases contaminantes). Además del precio (los metales con los que se hacen son caros), otro inconveniente de los conversores catalíticos es que son incompatibles con los aditivos antidetonantes que contengan plomo, como el tetraetilplomo $[Pb(C_2H_5)_4]$, que se utilizaba antes, pues 'envenenan' el catalizador inutilizándolo. Por eso aparecieron a la vez los conversores catalíticos y los combustibles sin plomo, que incorporan otros aditivos antidetonantes como el metil t-butil éter (MTBE).

56
¿Qué se necesita para que se produzca fuego?

→ En principio se estableció que el fuego necesitaba tres factores para que se produjera. En primer lugar, un material susceptible de oxidarse, es decir, un combustible (gasolina por ejemplo). En segundo lugar, un oxidante o comburente, como el oxígeno. Y en tercer lugar, el aporte de suficiente energía de activación. A estos tres factores se les denominó 'triángulo del fuego'. A medida que se fue conociendo más del fenómeno se añadió un cuarto factor: la reacción en cadena. Por otra parte se observó que el combustible y el comburente debían estar presentes en unas proporciones definidas, fuera de las cuales el fuego no se produce, existiendo un límite inferior y otro superior de combustibilidad. Al conjunto de estos cuatro factores se le conoce como 'tetraedro del fuego'.

57
¿Qué son los octanos de las gasolinas?

→ Cuando se quema la gasolina en el interior del cilindro del motor, la explosión debe ser tal que empuje al pistón de forma suave y continua. Si la combustión es demasiado rápida se produce una detonación, que hace que el pistón reciba un golpe brusco y se reduzca la eficiencia del motor. El índice de octano de una gasolina es una medida de su capacidad antidetonante. Las gasolinas que tienen un alto índice de octano producen una combustión más suave y efectiva. El índice de octano de una gasolina se obtiene por comparación del poder detonante de la misma con el de una mezcla de los hidrocarburos isooctano y heptano. Al isooctano (con 8 carbonos) se le asigna un poder antidetonante de 100 y al heptano (con 7 carbonos) de 0. Una gasolina de 97 octanos se comporta como una mezcla que contiene el 97% de isooctano y el 3% de heptano.



58

¿A qué se deben los colores de los fuegos artificiales?

➜ Los fuegos artificiales son una tradición que tiene siglos de antigüedad y los espectaculares colores que presentan, se deben a un número relativamente pequeño de compuestos, que se introducen en las carcasas de los cohetes o se forman durante la combustión. Las partículas de magnesio (Mg) o aluminio (Al), cuando se queman producen chispas incandescentes de color blanco, como si de un flash de una cámara fotográfica se tratara. Las partículas de hierro (Fe) o carbón vegetal, si no alcanzan temperaturas muy elevadas, irradian un color dorado. Los compuestos de estroncio (Sr), como el hidróxido $Sr(OH)_2$ o el cloruro $SrCl_2$, emiten luz roja. Los compuestos de bario (Ba), como el cloruro $BaCl_2$, proporcionan colores verdes. El sodio metal (Na), emite una luz de color amarillo-anaranjado y el responsable del color azul es el cobre (Cu).

59

¿Tiene algo que ver el color con la Química?

➜ Sí, pues hay sustancias que pueden absorber y emitir luz. En un átomo los electrones más alejados del núcleo pueden saltar a un nivel superior si absorben una cantidad de energía, justo la equivalente a la diferencia energética entre los dos niveles. Por otra parte, cuando el átomo excitado vuelve a su estado fundamental emite la misma cantidad de energía que había absorbido. Una radiación electromagnética puede aportar una cantidad de energía, que depende de su frecuencia, por lo que cuando la excitación del átomo ha sido provocada por la absorción de una radiación correspondiente a la zona del espectro visible, absorberá luz al excitarse y emitirá luz al volver al estado normal.
La luz blanca contiene todos los tonos de color, pero cada elemento sólo absorbe para excitarse aquellos correspondientes a unas determinadas frecuencias, que son las que emitirá luego y que son interpretadas por el cerebro en términos de color. Estas frecuencias son características de cada elemento y constituyen su ‘espectro’. Esta propiedad permitió el descubrimiento del helio en el Sol, del que recibió el nombre, antes de que se identificara en nuestro planeta.

60

¿Por qué la clorofila absorbe la luz?

➜ Las sustancias ‘coloreadas’, naturales y artificiales, son aquellas que tienen más electrones deslocalizados susceptibles de sufrir tránsitos electrónicos. En las clorofilas, la porción de la molécula que contribuye al color es una estructura formada por cuatro anillos aromáticos unidos por enlaces covalentes y enlazada con magnesio mediante enlace coordinado. Esta estructura,

61
¿Por qué el jamón curado y el jamón cocido tienen distinto color?

➜ El músculo contiene mioglobina, una proteína emparentada con la hemoglobina de la sangre y que contiene el grupo heme, una estructura parecida a la clorofila cuyo ión central es Fe (II), hierro con dos cargas positivas. Al igual que la hemoglobina, tiene la capacidad de fijar reversiblemente oxígeno molecular. Cuando está oxigenada se forma oximioglobina con un tono rojo brillante (como en las carnes 'rojas' frescas) y cuando se desoxigena da metamioglobina de tonalidad púrpura (como en las carnes 'rojas' envasadas a vacío). En la elaboración de los derivados cárnicos se aplica nitrito de sodio ($NaNO_2$) como agente conservador frente a la bacteria *Clostridium botulinum*, el cual da origen a NO, que se une al hierro (II) dando un compuesto de color rojo (nitrosil-mioglobina) como el del jamón curado o del salchichón. Sin embargo, al cocerse el compuesto de la fijación del NO resultante (nitrosil-hemocromo) es de color rosado, como el del jamón cocido o la mortadela.



con gran deslocalización electrónica, es capaz de absorber energía lumínica y de transferirla luego a las reacciones responsables de la síntesis de materias orgánicas en la planta, fenómeno que se conoce como fotosíntesis. Vista bajo luz blanca la clorofila nos aparece verde porque a esa zona del espectro pertenecen las frecuencias no absorbidas que percibe el ojo humano. Como la coloración está ligada a su estructura electrónica, si ésta se modifica su color varía. Esto puede verse cuando se hierven en agua las verduras (que contienen ácidos), pues en este medio se pierde irreversiblemente el magnesio coordinado y se vuelven pardas, cosa que no sucede si al agua se le añade un poco de bicarbonato sódico, que neutraliza el ácido presente.

62
¿Qué contiene un pintalabios?

➜ Aparte del pigmento lleva dióxido de titanio (que aporta el poder cubriente), aceites y ceras (que dan consistencia a la barra) y algún agente emoliente (para proteger los labios). En menor medida pueden contener aromas, vitaminas, protectores solares, etc. El brillo lo aporta el aceite, pero se puede obtener un aspecto menos graso y muy reflectante adicionando pequeñas partículas (microesferas) de polimetilmetacrilato. También proporciona un aspecto perlado y brillante el nitruro de boro (BN). Los aceites de silicona permiten fijar el color y lograr pintalabios con efectos de larga duración. El mundo vegetal proporciona un gran número de posibles pigmentos y la industria química hace posible que la gama se amplíe, se abarate y se haga más resistente o permanente (uno de los rojos más empleados es la eosina, un derivado bromado de la fluoresceína). Para fabricar la barra los ingredientes se mezclan, se calientan hasta que funden completamente y luego la mezcla se vierte en moldes de metal. Al enfriarse solidifica y puede desmoldarse.



63
¿Qué composición química tienen los aceites?

→ Un aceite es una grasa líquida a la temperatura ambiente, por lo que aceites y grasas tienen composiciones básicamente iguales. La mayor proporción de un aceite la constituyen los triglicéridos (también llamados triacilgliceroles), que son el resultado de la combinación de los tres grupos alcohólicos del glicerol (glicerina) con tres ácidos grasos iguales o distintos. También pueden estar presentes monoglicéridos y diglicéridos, en los que cada molécula de glicerina se combina con uno o con dos moléculas de ácidos grasos, respectivamente, y también ácidos grasos libres (a los que se debe la acidez). En ese medio están disueltas otras sustancias como vitaminas, esteroles (colesterol en las grasas animales y fitoesteroles en las vegetales), así como pigmentos (la clorofila da tonos verdes, los carotenoides amarillos a rojos) y otras sustancias liposolubles (tocoferoles...). Las grasas tienen mala prensa porque cada gramo aporta a la dieta en torno a 9 kilocalorías, pero suele desconocerse que el 50% del peso seco del cerebro humano está constituido por lípidos.

66
¿Qué es el vidrio?

→ El vidrio ordinario se fabrica fundiendo una mezcla, en las proporciones adecuadas, de carbonato de sodio (Na_2CO_3) o sulfato de sodio (Na_2SO_4) con piedra caliza ($CaCO_3$) y arena (SiO_2). La temperatura de fusión más frecuente es de 1.300º a 1.400ºC, según con la composición con la que se trabaje. Cuando se ha desprendido todo el dióxido de carbono (CO_2), el material viscoso y claro se vierte en moldes o se prensa en matrices. El vidrio no tiene una estructura ordenada o cristalina (aunque lo llamemos 'cristal'), cosa que sucedería si se dejara enfriar muy lentamente, volviéndose opaco. Para evitarlo el vidrio se 'recuece' a temperatura algo inferior a la de reblandecimiento. Los vidrios de colores se obtienen incorporando a la masa de fusión óxidos metálicos: los de hierro y cromo dan vidrios verdes, los de cobalto y cobre azules, los de manganeso violeta o amatista... Entre los vidrios especiales es importante en química el vidrio borosilicato, resistente a los agentes químicos y con bajo coeficiente de dilatación, que se emplea en material de laboratorio y de cocina y que lleva en su composición óxido de boro (B_2O_3).

67
¿Por qué la lejía quita las manchas de la ropa blanca?

→ Una mancha se ve porque su color y el del fondo son distintos. Sus electrones absorben energía lumínica de algunas frecuencias y reflejan las demás, que son las que llegan a nuestros ojos y nos informan sobre el color de la mancha. Así como en las moléculas de un objeto blanco los electrones ya se encuentran al máximo nivel energético, no absorben energía y reflejan todas las frecuencias de la luz solar, las moléculas de la mancha pueden todavía absorber energía

64

¿En qué se diferencia un aceite de oliva de un aceite de oliva virgen ?

➜ Los aceites de oliva 'virgen' y 'virgen extra' son aceites obtenidos directamente de las aceitunas por medios mecánicos y que cumplen con unos determinados requisitos para su consumo directo. Estos requisitos se basan en nueve determinaciones químicas o fisicoquímicas más dos pruebas sensoriales. Los que no los cumplen se denominan lampantes y para poderlos comercializar hay que someterlos antes a refinación. En cuanto a la denominación 'aceite de oliva' se reserva para las mezclas de los aceites de oliva vírgenes y vírgenes extra con aceite de oliva refinado. La refinación de un aceite implica tratamientos para quitar la acidez (neutralización), para quitar los colores extraños (decoloración) y para eliminar los malos olores (desodorización). Se neutraliza haciendo reaccionar a los ácidos grasos libres del aceite con una sustancia alcalina; para decolorar se añaden al aceite neutro sólidos finamente divididos, que adsorben los pigmentos; y una vez que el aceite está desacidificado y decolorado, se destila por arrastre con un gas inerte a alta temperatura y a muy baja presión para eliminar los olores. Durante estos tratamientos se pierden los aromas y otras sustancias características de los aceites vírgenes.

65

¿Por qué unas grasas se ponen rancias y otras no?

➜ El enranciamiento es el resultado de la reacción del oxígeno atmosférico con los lípidos que componen la grasa: es una autooxidación. Como la parte más reactiva de un lípido es el enlace doble (-CH=CH-) de los restos acilo (las partes de ácidos grasos combinadas con la glicerina), las grasas más propensas a ponerse rancias son aquellas que más dobles enlaces tienen, es decir, las más insaturadas. Las grasas naturales más insaturadas son las del pescado, seguidas de las de semillas, mientras que las más estables son las de los animales terrestres (sebos y mantecas). Los frutos, como las aceitunas, dan también grasas bastante estables. El ácido graso mayoritario del aceite de oliva es el ácido oleico, que tiene un solo doble enlace centrado en su molécula (por eso se dice que es monoinsaturado), lo que lo hace menos propenso a la oxidación, pero si además el aceite es virgen o virgen extra, contiene antioxidantes naturales (tocoferoles o vitaminas E y polifenoles) que actúan protegiéndolo contra el enranciamiento.

y reflejar algunas frecuencias que son las que percibimos. La lejía funciona oxidando esos electrones, con lo que ya no están disponibles para absorber energía, con lo que rebotan todas las radiaciones visibles y la prenda se muestra blanca a nuestros ojos. Las lejías líquidas tradicionales son disoluciones de hipoclorito de sodio ($NaClO$) en agua, al 5,25%. Es una sustancia que se come el color y blanquea una mancha cualquiera que sea su composición química. En un principio con este nombre se conocía a una solución alcalina que se obtenía de la ceniza de la madera, aunque el término 'lejía' se aplica a otras disoluciones fuertemente alcalinas, como los hidróxidos de sodio y potasio.

68

¿Qué son los antioxidantes?

➜ Son sustancias que se oxidan antes que las grasas y las protegen del enranciamiento, perdiendo su actividad una vez oxidadas. Están presentes de manera natural en las grasas crudas, como los aceites de oliva vírgenes, pero también pueden añadirse en ciertos casos como aditivos alimentarios a grasas refinadas. Hay antioxidantes naturales (como los tocoferoles o algunos extractos de plantas aromáticas) y sintéticos (como el butilhidroxianisol o el butilhidroxitolueno). La velocidad de oxidación depende de la temperatura, de manera que las grasas que se utilizan a alta temperatura, como en la fritura, necesitan la presencia de antioxidantes estables en esas condiciones de trabajo. Los antioxidantes ven potenciada su actuación cuando están presentes otros compuestos denominados sinérgicos o sinergistas de los antioxidantes, que son sustancias que o bien regeneran la forma activa del antioxidante o bien eliminan del medio sustancias prooxidantes que favorecen la oxidación (como ciertos metales pesados: hierro, cobre...).

69

¿Por qué se oscurecen las patatas cuando se pelan o se cortan?

➜ Porque cuando se rompen los tejidos se libera un enzima, la polifenoloxidasa (PFO), que tiene la capacidad de oxidar a los polifenoles y desencadenar una cadena de reacciones que acaban dando compuestos oscuros (melanoidinas). Los polifenoles son compuestos orgánicos que contienen anillos bencénicos a los que están unidos varios grupos OH. En un ambiente pobre en oxígeno (por ejemplo bajo el agua) no hay pardeamiento. Tampoco se produce si está presente una sustancia capaz de oxidarse antes que la patata (como el ácido ascórbico) o si se dificulta la acción del enzima. La PFO lleva cobre como grupo prostético por lo que si se retira del equilibrio (por ejemplo con ácido cítrico) se dificulta su acción. También funciona peor en medio ácido. Esta es la razón de que si al pelarlas se sumergen en agua con un poco de zumo de limón mantengan el color, porque el zumo de limón tiene ácido cítrico y ácido ascórbico.

70

¿Por qué al comer manzanas se pone la lengua rasposa?

→ Nuestra saliva contiene proteínas que actúan lubricando la boca. Estas proteínas están dispersas en forma de coloide cuyos agregados tienen carga eléctrica positiva. Las manzanas, por su parte, son ricas en taninos, unos polifenoles que también pueden dispersarse coloidalmente, presentando sus agregados carga eléctrica negativa. Al comer una manzana ambos tipos de partículas interaccionan hasta neutralizar sus cargas eléctricas y las proteínas dejan de ejercer su función lubricante. Esta sensación la tendremos siempre que comamos (o bebamos) alimentos que contengan taninos. Pero también este fenómeno se aprovecha para clarificar líquidos que presenten turbiedad estabilizada por taninos, como el vino, usando clara de huevo (que contiene la proteína ovoalbúmina en forma coloidal). Por esta razón en las zonas vinícolas suele haber buena repostería a base de yemas de huevo, ya que éstas eran un subproducto de la elaboración de vinos. Este tipo de tratamiento también se conoce como 'clarificación tanino-gelatina' y puede aplicarse a la clarificación de otros zumos como el de manzana.

71

¿Qué son los 'colorantes y conservantes' de los alimentos?

→ Son dos tipos de aditivos alimentarios, sustancias de origen natural o sintético que se añaden voluntariamente a los alimentos para que permaneciendo en ellos ejerzan una función tecnológica. Son ingredientes opcionales, pues el valor nutritivo del alimento será el mismo tenga aditivos o no. Los colorantes se usan para dar color y los 'conservantes' (conservadores) para proteger al alimento del ataque de los microbios. También hay aditivos que regulan la acidez (acidulantes), que exaltan sabores (potenciadores del sabor), que aportan aromas (aromatizantes), que protegen contra el enranciamiento (antioxidantes), que ayudan a producir o a mantener la espuma (espumantes, estabilizadores de espumas), etc. Su uso está reglamentado, y existen unas 'Listas positivas' en las que se indica qué aditivos están autorizados, con qué alimentos y en qué dosis. Su incorporación al alimento obliga a declararlo en la etiqueta, indicando el grupo al que pertenece y la sustancia química concreta que se ha utilizado. El nombre del aditivo debe ir en el idioma del país de venta o bien sustituirse por su número de la clasificación internacional, precedido de la letra E.

75

¿Qué ventajas tienen los chicles con xilitol?

→ Para endulzar las gomas de mascar tradicionalmente se han utilizado el azúcar glacé (sacarosa finamente pulverizada) o el jarabe de maíz, un hidrolizado de almidón rico en glucosa, que además mejora la textura de la goma. Pero tanto el jarabe de maíz como el azúcar son nutrientes de la bacteria causante de las caries dentales. Por eso estos endulzantes naturales se han sustituido por aditivos edulcorantes, que como todos los demás aditivos alimentarios no son metabolizables por nuestro organismo ni por las bacterias (con lo que endulzan sin riesgo para nuestra dentadura). El xilitol es un polialcohol emparentado con el azúcar xilosa, y pertenece a la misma familia que el sorbitol (relacionado con la sorbosa) o el maltitol (emparentado con la maltosa). No todos los aditivos edulcorantes son sintéticos, como la sacarina o el ciclamato, e incluso alguno, como la neohesperidina-dihidrochalcona (E959), es un derivado de la sustancia que confiere su desagradable sabor a las naranjas amargas de nuestras calles (el glucósido neohesperidina).



72

¿Qué son los Omega-3?

→ Con este nombre se conocen los ácidos grasos que presentan un doble enlace entre los carbonos 3 y 4 de la cadena, contando desde el extremo opuesto al grupo carboxilo (COOH). Uno de ellos es el ácido linolénico de algunos aceites de semillas, con 18 átomos de carbono y 3 dobles enlaces en las posiciones omega-3, omega-6 y omega-9: CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-$(CH_2)_7$-COOH. Estos ácidos se consideran esenciales para el organismo humano, ya que no podemos sintetizarlos y hemos de incluirlos en la dieta. Otros ácidos grasos omega-3 de interés nutricional son el eicosapentanoico (EPA: con 20 carbonos y 5 dobles enlaces) y el docosahexanoico (DHA: con 22 carbonos y 6 dobles enlaces). También son esenciales para nuestro organismo los ácidos grasos omega-6, como el linoleico (18 carbonos, 2 enlaces dobles en omega-6 y omega-9). Para que su efecto sea más favorable, ambos tipos de ácidos grasos esenciales deben ingerirse en proporciones relativas semejantes. Abundan en pescados azules.

73

¿Por qué se pone viscoso el aceite de la freidora?

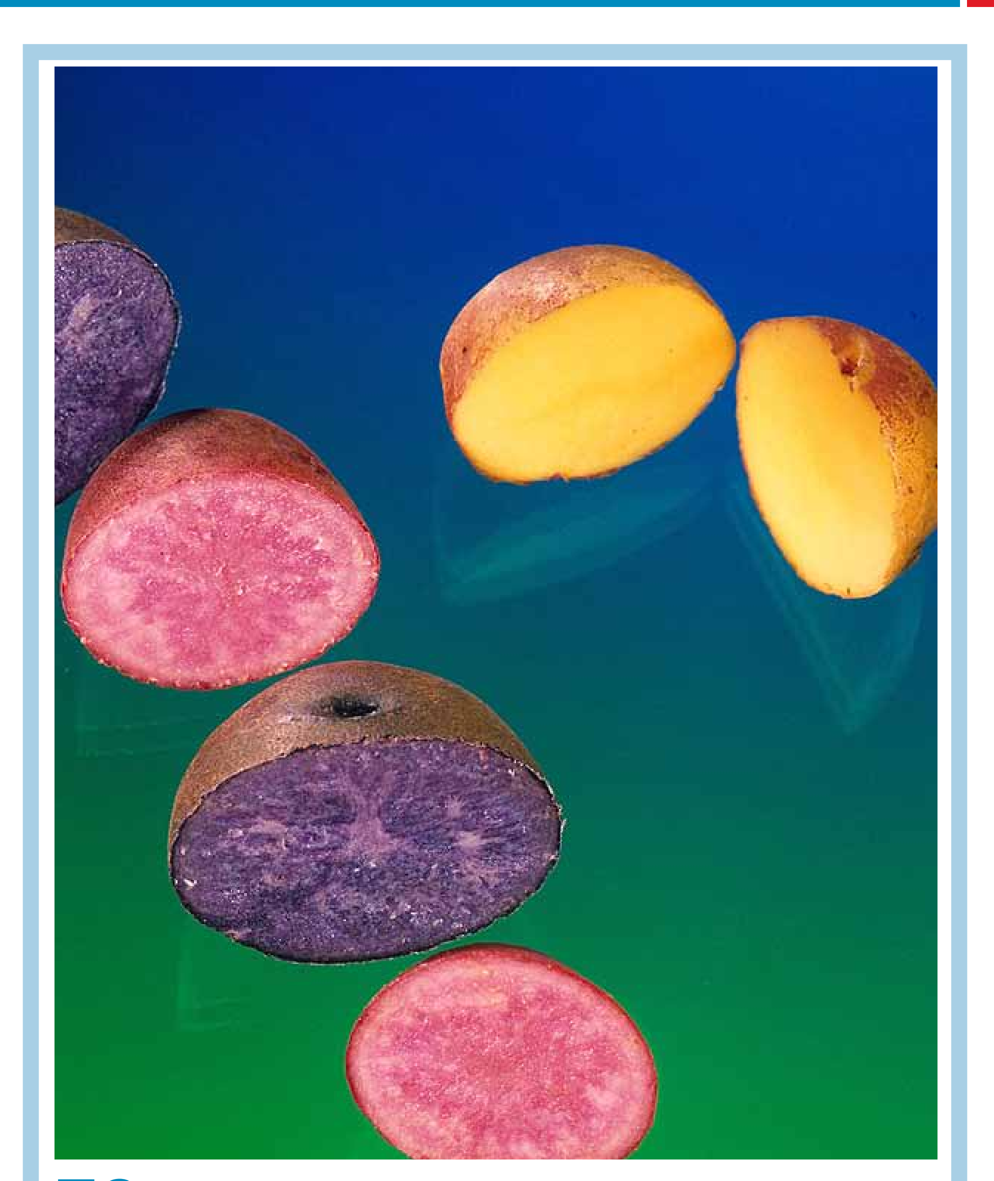
→ La fritura se lleva a cabo normalmente a temperaturas

comprendidas entre 150º y 190ºC, y en estas condiciones el aceite se deteriora debido a la alta temperatura, al ataque del oxígeno y a la presencia de agua procedente de los alimentos. El calor causa en las moléculas la formación de dímeros y polímeros. El oxígeno ataca a los dobles enlaces dando derivados oxigenados, rompiendo las moléculas con liberación de sustancias volátiles y promoviendo polimerizaciones. Por su parte, el agua desdobla los glicéridos en glicerina y ácidos grasos libres. La aparición de polímeros en el medio aumenta la viscosidad del mismo y es la principal causa del deterioro del aceite. Cuanto menos insaturaciones tenga un aceite más estable será durante la fritura. No se olvide que aceites poliinsaturados como el de linaza se han empleado tradicionalmente en pinturas y barnices, por la facilidad que tienen para polimerizarse y formar películas, por lo que se llamaban aceites 'secantes'.

74

¿Cómo se pueden hacer más estables las grasas?

→ La reactividad de un lípido depende de sus dobles enlaces (-CH=CH-), por lo que se puede adicionar hidrógeno para convertirlos en enlaces sencillos ($-CH_2-CH_2-$). Industrialmente se hidrogena catalíticamente a alta presión y temperatura. La grasa se estabiliza químicamente y aumenta su punto de fusión, pues las grasas más saturadas (como las mantecas) son más consistentes que las insaturadas (los aceites), y así se han venido elaborando las grasas empleadas para hacer margarinas (que son emulsiones de grasa en agua). Pero a la vez que los lípidos poliinsaturados se hidrogenan, sus dobles enlaces naturales, que tienen configuración cis (las cadenas laterales se orientan hacia el mismo lado) pasan a la configuración trans (las cadenas laterales se disponen en la posición relativa más alejada), y se ha comprobado que las grasas trans juegan un papel activo en la aterosclerosis (obstrucción de los vasos sanguíneos por formación de depósitos), por lo que las grasas hidrogenadas industrialmente se están sustituyendo por saturadas naturales. Este problema no se presenta en las grasas totalmente hidrogenadas, en las que no se da esta isomería.



76

¿Qué es una agua dura?

→ Se puede definir la dureza de un agua como la suma de todas las sales de iones metálicos no alcalinos presentes en ella. En realidad, estamos hablando mayoritariamente de bicarbonatos de calcio y magnesio, aunque también entrarían sulfatos, cloruros, nitratos, fosfatos y silicatos de otros metales como bario, estroncio y otros metales minoritarios. La dureza de un agua está relacionada con la concentración de compuestos de calcio y magnesio en disolución, los cuales dan compuestos insolubles con el jabón. Se llama dureza temporal a la causada por el bicarbonato o carbonato ácido [$Ca(HCO_3)_2$], pues al calentar el agua se forma a partir de él carbonato de calcio ($CaCO_3$) que es insoluble y forma depósitos en las superficies calientes. Estos depósitos se pueden formar en el fondo de los recipientes de cocina, en las resistencias para calentar el agua (termos, lavavajillas, lavadoras...), en conducciones calentadas, como en las calderas, disminuyendo la transmisión térmica y pudiendo llegar a obturarlas. La dureza permanente casi siempre es debida a cloruros y sulfatos, y no provoca depósitos al calentar.

77

¿Qué es el biodiésel?

→ Bajo la denominación genérica de biodiésel se incluyen los combustibles constituidos por metil-ésteres de ácidos grasos. Los ésteres son los compuestos químicos que se obtienen cuando se hace reaccionar un ácido orgánico (fórmula general: R-COOH) con un alcohol. Cuando el alcohol es el metílico (metanol: CH_3OH) se obtienen los metilésteres:R-COOH + CH_3-OH → R-COO-CH_3 + H_2O. También se pueden obtener ésteres metílicos tratando una grasa directamente con metanol (en las condiciones apropiadas). Como las grasas están compuestas mayormente por glicéridos (ésteres del glicerol con ácidos grasos), en la reacción de transesterificación se obtiene glicerina además de biodiesel. Para utilizarlo en motores Diésel, el biodiésel, una vez purificado, se utiliza mezclado con el gasóleo de automoción en proporción inferior al 20 %. Sus principales ventajas estriban en que no produce SO_2 y que es una fuente de energía renovable. Sus principales objecciones son que la demanda de biodiésel puede desviar hacia su producción materias primas alimentarias y que no hay actualmente mercado para toda la glicerina que se libera.

79

¿La cáustica de hacer jabón es la misma que se emplea para las aceitunas?

→ Sí, la 'cáustica' o 'sosa cáustica' es el hidróxido de sodio (NaOH). En la fabricación del jabón se ha utilizado tanto el hidróxido como el carbonato de sodio, que reaccionan con las grasas. En el endulzamiento de las aceitunas se usaban cenizas (óxidos) que en disolución producen hidróxidos que desdoblan su principio amargo, la oleuropeína, en glucosa y un polifenol insípido. Hubo que esperar hasta 1784 para disponer de sosa, primero con el proceso Leblanc, y luego con el proceso Solvay, que se considera primer procedimiento químico industrial continuo de elaboración y cuya primera planta se montó en 1865. La sosa Solvay es el carbonato de sodio, Na_2CO_3, que se disuelve dando una reacción alcalina. Este proceso industrial, que producía como subproducto cloro, fue posteriormente desplazado por procedimientos electroquímicos, que dan directamente NaOH y Cl_2, lo que provocó su desaparición a partir de 1921.



78

¿Qué es el jabón?

→ Un jabón es el compuesto químico que se obtiene cuando se hace reaccionar un ácido graso con un álcali (como el hidróxido de sodio, NaOH). Así, cuando durante la refinación de un aceite se neutraliza para quitarle acidez, lo que se pretende es formar los jabones correspondientes. Ahora bien, en presencia de agua y con exceso de álcali los glicéridos de la grasa pueden hidrolizarse, es decir, sufrir la rotura del enlace con la glicerina adicionando agua, de manera que se obtendría por un lado glicerol y por otro los jabones de los ácidos que estaban unidos a éste. Esta es la razón de que al refinar un aceite, para evitar pérdidas no se neutralice completamente la grasa y que siempre quede un pequeño grado de acidez. Los jabones sódicos y potásicos son solubles en agua, pero los de calcio, magnesio o hierro, no. Por eso son ineficaces en las aguas 'duras' y tampoco sirven en aguas salobres. Plinio el Viejo en el siglo I describió la fabricación del jabón a partir de cenizas, pues en aquella época no se disponía de sosa cáustica (NaOH). Una vez formado el jabón se separa del resto de productos y, en caliente, se le añaden el resto de ingredientes, como perfumes o colorantes. Antes de enfriarse completamente se moldea y corta en porciones.

80

¿Qué tienen que ver jabones y detergentes?

→ Sus propiedades físico-químicas son similares, aunque tienen naturalezas químicas diferentes. Ambos tipos de compuestos son tensioactivos (favorecen el mojado) y sus moléculas son 'anfifílicas', con un extremo polar (con afinidad por el agua) y otro apolar



(con afinidad por la grasa o por el aire). Cuando se usan en medio acuoso para lavar, la parte apolar se orienta hacia la suciedad e interacciona con ella, mientras que la parte polar queda orientada hacia las moléculas de agua: de esta manera la suciedad se emulsiona en el baño. Análogo es el mecanismo de formación de la espuma cuando las partes apolares se orientan hacia el aire. Los tensioactivos presentes en los detergentes derivan de los hidrocarburos del petróleo y las formulaciones detergentes, que incluyen además otros ingredientes, son eficaces en aguas duras y también en aguas saladas.

81

¿Por qué tiene cloro el agua del grifo

➜ Para hacer al agua apta para consumo humano, es decir, 'potable'. En la potabilización hay que eliminar los sólidos en suspensión, otras materias dispersas y disueltas, así como agentes causantes de enfermedades (como microbios y virus patógenos). Esta última fase se conoce con el nombre de desinfección y se suele llevar a cabo con sustancias químicas que actúan como oxidantes fuertes, como el cloro (Cl_2), el ozono (O_3) o el permanganato de potasio ($KMnO_4$). Estos oxidantes modifican la permeabilidad de las membranas celulares, inducen la desnaturalización de las proteínas del interior de la célula y también generan la rotura mecánica e hidrólisis de elementos celulares del protoplasma. De ellos únicamente el cloro proporciona desinfección duradera hasta los puntos de distribución. Al disolverse en el agua se transforma en ácido hipocloroso (HClO), con poder desinfectante (el cloro 'libre'), pero también reacciona con los iones amonio (NH_4^+) presentes o añadidos, formando las cloraminas (el cloro 'combinado') que son desinfectantes y además pueden liberar de nuevo ácido hipocloroso.

82

¿Y el cloro reacciona también con otras sustancias del agua?

➜ A medida que se dosifica el cloro se transforma en ácido hipocloroso (HClO), el cual libera el ión hipoclorito (ClO^-), que provoca una reacción química de oxidación con los compuestos químicos inorgánicos más habituales en un agua bruta (hierro, manganeso, nitritos, amonio o sulfuro) transformándolas en otras especies químicas con un estado de oxidación más alto. Así por ejemplo, el Fe^{2+} es oxidado a Fe^{3+}, el Mn^{2+} a Mn^{4+}, los nitritos (NO^{2-}) a nitratos (NO^{3-}) y el amonio (NH^{4+}) a cloruro de nitrógeno (Cl_3N). Una vez oxidadas las especies químicas anteriores, su solubilidad es más baja por lo que posteriormente es más fácil conseguir su precipitación y su consiguiente eliminación del agua. Con respecto a los compuestos orgánicos no biológicos, provoca pérdida de aromaticidad, oxida dobles y triples enlaces y rompe las moléculas más complejas en otras más simples. El límite sería la formación de dióxido de carbono y de agua.

83
¿Se puede quitar la dureza del agua?

➜ La dureza temporal se elimina calentando, pero se forman costras calcáreas perjudiciales. Se pueden evitar estas deposiciones añadiendo compuestos químicos que 'secuestren' al calcio y al magnesio (que formen combinaciones estables solubles con ellos), como el hexametafosfato de sodio. También existen dispositivos magnéticos para uso industrial que aunque no impiden la aparición de los sólidos al calentar influyen en su forma cristalina, de modo que el precipitado no llega a compactarse y puede separarse del agua. Para reducir la dureza se suelen usar resinas de intercambio iónico, que retienen los metales alcalinotérreos a cambio de ceder otros cationes como el H^+ o el Na^+. Se empaquetan en columnas y pueden regenerarse tras su uso. A escala industrial a veces van precedidas por un tratamiento con membranas semipermeables.

84
¿Qué es el agua oxigenada?

➜ Es peróxido de hidrógeno y su fórmula es H_2O_2. El nombre agua oxigenada se lo puso Thénard (1777-1857) cuando en 1818 lo obtuvo por vez primera atacando el peróxido de bario (BaO_2) con ácidos. Es una sustancia altamente reactiva y se descompone liberando agua y oxígeno. La concentración se expresa en volúmenes, que indican el volumen de oxígeno (en condiciones ordinarias de presión y temperatura) que se desprende durante la descomposición; un agua oxigenada del 3% es de unos 10 volúmenes. Diluida, se usa como desinfectante y cuando nos la ponemos en una herida podemos observar el desprendimiento de oxígeno, que forma espuma, ya que el enzima catalasa presente en nuestros



tejidos la descompone. En la industria alimentaria se usa para reducir la contaminación microbiana externa de las materias primas alimentarias mínimamente procesadas, pero también para desinfectar los materiales laminados compuestos que se emplean para formar los envases antes del llenado aséptico. Y en tecnología aeroespacial puede servir como comburente o como propelente. Por su carácter oxidante se utiliza también para decolorar papel, fibras y telas. Decolora el cabello, pero también lo daña.

85

¿Cómo funcionan los tintes para el pelo

→ No todos estamos contentos con el color de nuestro cabello, en lugar de resignarnos a lucir lo que la genética nos ha deparado podemos cambiarlo de color y, para ello, la química es indispensable. El color natural del cabello vendrá determinado por la presencia y concentración en el mismo de dos proteínas (eumelanina y feomelanina). La forma más común de tinte capilar es un proceso en dos etapas, en primer lugar la decoloración y una segunda etapa de coloración. La mayor parte de estos tintes emplean un agente oxidante y un agente alcalino, comúnmente amoniaco. Al mezclar ambos y aplicarlo la estructura (cutículas) del cabello se abre y permite la decoloración y la absorción del tinte. Las proteínas responsables del color original se decoloran y se deposita el nuevo pigmento adquiriendo de esta forma el color deseado.

86

¿Qué es el pH de un champú?

→ Una medida de su acidez. En disolución acuosa hay sustancias que se 'disocian' dando iones libres: los ácidos liberan cationes H^+, los álcalis liberan hidroxilos OH^- y la molécula de agua uno de cada. El agua pura, pues, no debe ser ácida ni alcalina, sino neutra (si se mide el pH del agua destilada y no da 7, sino algo menos, se debe al dióxido de carbono disuelto). La acidez es proporcional a la concentración de iones H^+ y se ha establecido una escala con los valores de los logaritmos cambiados de signo de su concentración, que va del 0 al 14. El valor 7 corresponde a las sustancias neutras, por debajo de él están las ácidas y por encima las alcalinas o básicas. Los receptores gustativos de la lengua reaccionan ante la presencia de H^+, si bien la sensación puede venir modulada por la presencia del anión correspondiente al ácido en cuestión.

87

¿Cómo se mide el pH?

→ Una de las maneras más sencillas para determinarlo consiste en utilizar sustancias indicadoras, que cambian de color (viran) en un intervalo estrecho de valores del pH. Ello se debe a que estas sustancias tienen formas tautómeras (isómeros que se pueden interconvertir reversiblemente), cada una con una tonalidad diferente. Cada indicador tiene un intervalo de viraje característico: por ejemplo, el violeta de metilo entre 0 y 2 unidades de pH, el rojo de metilo entre 4,2 y 6,3, la fenolftaleína entre 8,3 y 10,0, etc. La manera de proceder sería comenzar por un indicador de amplio espectro para después afinar con otro(s) que vire(n) en un intervalo más estrecho. Para ello se añade a una porción de la muestra dos o tres gotas de disolución indicadora diluida o se deposita una gota de muestra sobre papel impregnado con el indicador, comparando luego con una escala de colores y pH. También puede determinarse utilizando un peachímetro, instrumento que detecta la señal eléctrica generada en un electrodo sumergido en la disolución problema y la expresa numéricamente en unidades de pH. Se calibran con disoluciones de pH conocido.



88

¿Cómo se mide la acidez?

→ La concentración de un ácido en una disolución se puede determinar haciendo una valoración ácido-base. Para ello, a un volumen conocido de la disolución de ácido se le va añadiendo poco a poco disolución de álcali cuya concentración se conoce, hasta que se alcance un pH neutro. Conocida la reacción que se produce y de acuerdo con el principio de conservación de la materia, conociendo sus pesos moleculares se puede calcular la concentración del ácido. Supongamos que el ácido es el clorhídrico (HCl) y el álcali el hidróxido de sodio (NaOH), que reaccionan así: $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$. Un mol de HCl (36,5 g) reacciona con un mol de NaOH (40 g). La cantidad de álcali gastado se deduce del volumen empleado y de su concentración. Conocido el volumen de ácido de partida se puede calcular la cantidad de ácido neutralizado.

89

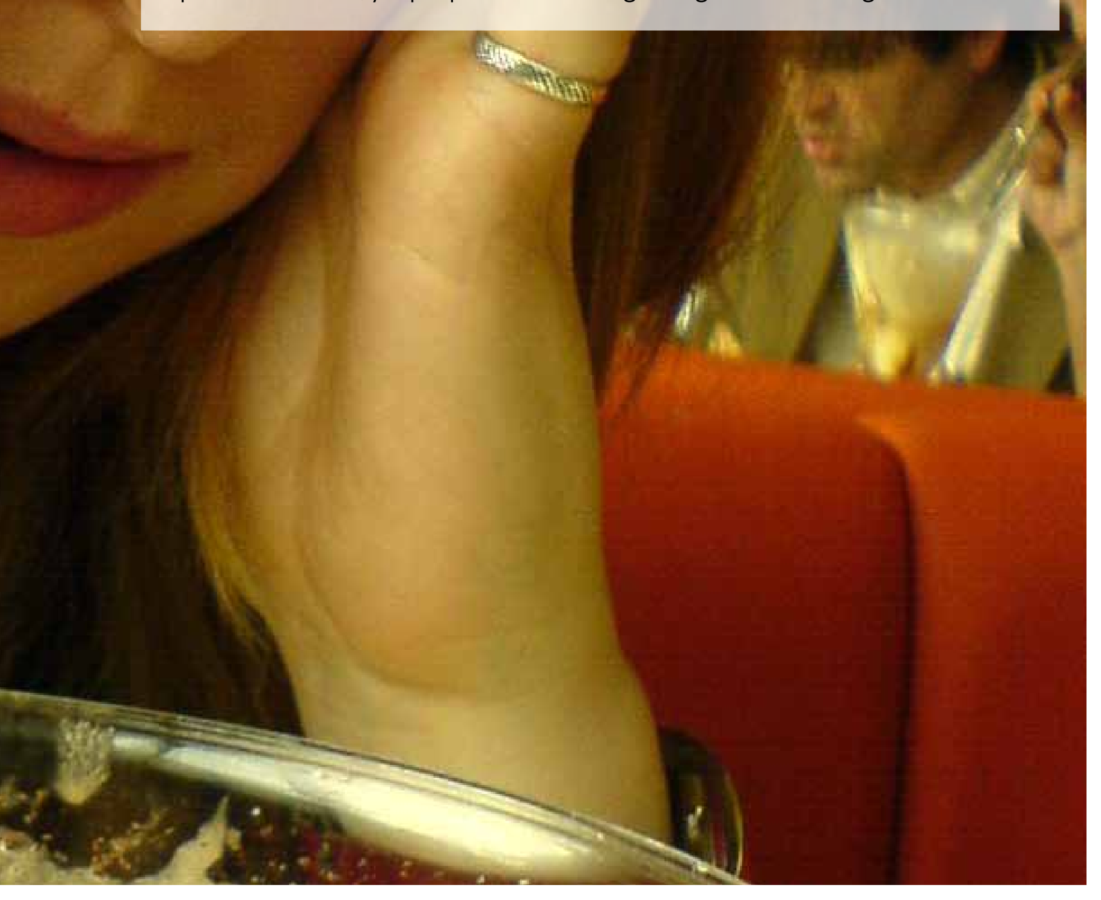
¿Qué es un antiácido?

→ Tras comida copiosa o al ingerir ciertos alimentos podemos sufrir lo que se denomina acidez estomacal (ardor). Para mitigarlos se emplean los antiácidos. La acidez proviene de los ácidos estomacales y el antiácido los neutraliza al tratarse de una sustancia con carácter básico: HCl (ácido gástrico) + Antiácido (base débil) $\rightarrow H_2O$ + sales.Los antiácidos clásicos son el bicarbonato sódico ($NaHCO_3$) y el hidróxido de aluminio [$Al(OH)_3$]. En el primer caso el bicarbonato al neutra-

92

¿Por qué la comida no nos ‘sabe’ cuando estamos resfriados?

→ Dos de nuestros sentidos, el olfato y el sabor, reaccionan ante estímulos de carácter puramente químico: responden ante la presencia de determinadas moléculas o compuestos, permitiéndonos distinguir una gran variedad de diferentes estímulos, o sea, moléculas. El aroma de una sustancia vendrá determinado por su fracción volátil, compuesta por las moléculas que pueden pasar a estado gaseoso y a través del aire viajar hasta nuestro detector particular, las fosas nasales. Cuando comemos percibimos simultáneamente los aromas y los gustos: los gustos en la boca y los olores en la nariz, por vía retronasal. Cuando estamos resfriados la nariz pierde capacidad de detección, por lo que en vez de tener una sensación conjunta olfativo-gustativa (lo que se conoce técnicamente como flavor) solamente tenemos sensaciones gustativas, y únicamente percibimos sabores. Por tanto, es incorrecto decir que ‘no nos sabe’, ya que podemos distinguir algo salado de algo dulce...



lizar el ácido estomacal forma CO_2: $HCO_3^- + H^+ \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$. En el segundo caso los grupos hidroxilo (OH^-) del hidróxido de aluminio reaccionan con los protones del ácido estomacal formando agua: $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$.

90

¿Por qué los ácidos saben así?

→ El sabor ácido proviene del ión H^+ liberado por el ácido, pero el tipo de anión influye sobre la intensidad del sabor. La percepción del sabor tiene lugar en las papilas gustativas de la lengua y sólo pueden gustarse las sustancias disueltas. Es sólo uno de los cuatro sabores tradicionales: ácido, amargo, dulce y salado. El gusto salado es típico del ión Na^+ liberado por el NaCl (el ión Cl^- no influye), dando respuestas parecidas otros iones como amonio ($NH4^+$), potasio (K^+), calcio (Ca^{++}), litio (Li^+) y magnesio (Mg^{++}). Actualmente se admite un quinto sabor, el ‘umami’, que provoca el glutamato monosódico, la sal sódica del ácido glutámico presente en numerosas proteínas. ‘Umami’ es una palabra japonesa que significa gusto sabroso, pues el glutamato realza el sabor a carne y puede sustituir parcialmente a la sal en los alimentos. Esta actividad no la presenta solamente el glutamato monosódico (E621) sino también en algunos otros compuestos químicos (ciertos nucleótidos) y alimentos que los contengan, como la salsa de soja, extractos de levaduras o concentrados cárnicos.

91

¿Se puede medir el olor como se mide la acidez?

→ Los ‘cilios’ de nuestra nariz tienen receptores que se excitan ante las moléculas responsables del olor. Hay moléculas que únicamente excitan a un tipo de receptores mientras que otras son capaces de excitar a más de uno. De ahí surge una señal nerviosa que nuestro cerebro interpreta. Una nariz electrónica o artificial funcionaría también con una serie de ‘sensores’ que responden frente a las moléculas del aroma, generando unas señales. A esta nariz debemos ‘enseñarle’ dándole a ‘oler’ sustancias de olor conocido (patrones) las cuales, una vez ‘medidas’ por nuestra nariz electrónica incorporaremos a una biblioteca. Al enfrentarla a un aroma desconocido la nariz lo ‘olfateará’ y comparará con las señales archivadas, hasta identificar las moléculas responsables del aroma. De esta forma, gracias a la química, se dispone de una herramienta capaz de reconocer los aromas sin la carga de subjetividad que corresponde a su equivalente humano. Podremos, por ejemplo, comparar perfumes, caracterizar el aroma de un vino, detectar e identificar explosivos o drogas. Lo que jamás podrá igualar es la capacidad de generar sentimientos a partir del aroma.

93

¿Qué es la cromatografía?

→ La cromatografía es una técnica que permite separar constituyentes químicos aprovechando que cuando se desplazan por un soporte son retenidos de diferente manera por él. Si sobre un mantel blanco se derrama un poco de vino tinto, transcurrido un tiempo se observa que la mancha no es uniforme, sino que hay una zona con predominio de tonos azules y otra en que la tonalidad es roja: es porque se ha producido una separación cromatográfica de pigmentos antociánicos del vino. Este comportamiento se aprovecha en el laboratorio para fraccionar mezclas, cromatografiando sobre multitud de soportes: papel, alúmina depositada sobre una placa de vidrio, sílice en columna de vidrio... hasta una diversidad de soportes en largas columnas de pequeño diámetro. Algunas técnicas cromatográficas son instrumentales, como la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) o la cromatografía gas-líquido (GLC). Ésta se emplea, por ejemplo, para conocer la distribución de los ácidos grasos presentes en los aceites.



94

¿Cómo funciona el airbag de un coche?

→ El airbag es un dispositivo que permite detener un objeto en movimiento produciendo una fuerza que actúa en dirección contraria al mismo. Consta de una bolsa (bag en inglés) inflable plegada que se coloca en el volante, en el salpicadero de los coches o en otros lugares donde sea preciso para amortiguar el golpe. Contiene una sustancia sólida, la azida de sodio (NaN_3). Cuando se produce un impacto a más de 15 km/h un sensor detecta el movimiento brusco, se produce una chispa y se inicia una reacción química en la que se libera nitrógeno (N_2) en gran cantidad, que infla el airbag en unas centésimas de segundo. Instantes después de que se infle se produce, a través de unos orificios que existen en la bolsa, el desinflado, permitiendo así que el ocupante pueda moverse. Como en la reacción pueden prod ucirse sustancias peligrosas, se agrega nitrato de potasio (KNO_3) que produce óxido de sodio (Na_2O), óxido de potasio (K_2O) y otra vez nitrógeno molecular (N_2) . Además se añade dióxido de silicio (SiO_2) con lo que se forma un silicato doble de potasio y sodio ($K_2Na_2SiO_4$) que es inerte.

95

¿Por qué quita las arrugas el 'botox'?

→ El botox es la toxina producida por la bacteria *Clostridium botulinum*. Es el veneno natural más potente que se conoce y químicamente es un prótido que interfiere en la transmisión de las señales del sistema nervioso. En pequeñísimas dosis puede matar, pero se usan bajo control médico para anular la propagación de señales en nervios que estimulan músculos faciales cuya actuación puede hacer que aparezcan arrugas en la piel. La configuración química de este veneno es parecida a la de otras biotoxinas, como la muscarina del hongo *Amanita muscaria*, también otro prótido que suplanta a los neurotransmisores, pero que no puede transmitir los impulsos nerviosos. Sobre esta base química se han desarrollado insecticidas que impiden la transmisión de los impulsos nerviosos. En Tecnología de Alimentos se le tiene tanto respeto al *Clostridium botulinum* que es una referencia a la hora de aplicar los tratamientos de conservación y el pH del alimento, comparado con el pH





4,6, límite para su desarrollo, determina la manera de actuar.

96

¿Son las lentejas la mejor fuente de hierro?

→ El hierro más fácil de asimilar por nosotros es el hierro 'hémico', como el que se encuentra en tejidos animales tales como la carne, el pescado y los lácteos, que es el más parecido al de nuestro organismo. Si bien es cierto que las lentejas son ricas en hierro, éste se presenta en ellas acompañado por derivados del ácido fítico (un compuesto orgánico con muchos átomos de carbono), el cual forma compuestos tan estables con el hierro, que nuestro organismo no es capaz de desdoblarlos (se dice que el hierro, aunque presente, está 'secuestrado' por el ácido fítico). Algo parecido ocurre con las espinacas, también ricas en hierro, pero en esta ocasión el compuesto complejo que se forma y que es difícil de asimilar, lo es con el ácido oxálico. Para que el hierro no hémico de las dietas típicamente vegetarianas tenga una correcta absorción necesita la presencia de ácido ascórbico (vitamina C). En cualquier caso hay que aclarar que lentejas y espinacas aportan al organismo otros nutrientes y sustancias con actividad fisiológica positiva, como la fibra, que no aportan las fuentes animales de hierro.

97

¿Cómo respiran las frutas?

→ Los tejidos vegetales se mantienen vivos mientras puedan respirar tomando el oxígeno directamente del aire. Cuando están en el árbol lo hacen quemando las materias orgánicas que continuamente le suministra la savia elaborada, pero cuando se arrancan siguen respirando a costa de sus propios tejidos y se van autoconsumiendo. La respiración es una combustión lenta en la que se consume oxígeno y se desprende dióxido de carbono, por lo que si una vez recolectadas se ponen en una atmósfera con menos oxígeno y más dióxido de carbono de lo normal, respiran a menos velocidad y duran más. La velocidad de respiración es mayor cuando las frutas están más maduras y algunas, como las manzanas, expulsan un gas, el etileno ($CH_2=CH_2$), que acelera la respiración. Si se ponen juntas manzanas maduras con otras verdes, el etileno que producen las primeras provoca la maduración de estas últimas. Por otro lado, como la velocidad de la reacción de respiración depende de la temperatura, al enfriarlas respiran más despacio y se degradan menos.

98

¿Qué significa ‘leche pasteurizada’?

➜ Que ha sido sometida a un calentamiento suave (70º-90ºC) durante unos segundos para inactivar microbios, como algunos patógenos (causantes de enfermedades), sin modificar sensiblemente las cualidades del alimento y evitando que se deteriore inmediatamente. Este tratamiento, que también se aplica en otros campos, fue inventado por Louis Pasteur (1822-1895) y por eso lleva su nombre. Pasteur fue un químico francés que contribuyó notablemente al avance de la Química y de sus aplicaciones prácticas, aunque su fama deriva de sus investigaciones sobre los microbios. Demostró experimentalmente la falsedad de la teoría de la generación espontánea de la vida, estudió las fermentaciones y el papel de las levaduras en ellas, introdujo en Medicina las prácticas de asepsia, estudió el papel de los microbios en algunas enfermedades, desarrolló una vacuna contra el carbunco y en 1885 halló la solución para curar la rabia. Al poco tiempo, en 1888 y por suscripción internacional, se levantó el Instituto Pasteur, una prestigiosa institución científica, para continuar su obra.

99

¿Qué actividades desarrollan los químicos?

➜ Los químicos son los hombres y mujeres que estando en posesión de la titulación apropiada, ejercen una actividad profesional que se centra o se fundamenta en la ciencia Química y en sus aplicaciones. Algunos de los sectores y actividades que cuentan con profesionales químicos son: análisis y control, investigación y desarrollo, enseñanza, salud y seguridad, instrumentación y control, productos químicos y aditivos, tratamiento de



aguas, tratamiento y gestión de residuos, protección del patrimonio, policía científica, peritaciones, consultorías, construcción, obras públicas, industrias químicas, petroquímicas, textiles, papeleras, farmacéuticas, perfumeras, energéticas, de fertilizantes, de piensos, de pinturas, alimentarias, minero-metalúrgicas, aeronáuticas, de automóviles, de explosivos... En ellos, el químico puede intervenir ejerciendo la profesión libre, actuando como contratado en empresas y organismos y también desarrollando actividades ejecutivas, directivas o empresariales.



100
¿Qué hay que hacer para ser químico?

→ Hay que estar en posesión del título universitario de Grado en Química, carrera de cuatro años de duración y que sustituye a los estudios de Licenciatura. Es una carrera experimental y en ella tienen especial relevancia las actividades formativas prácticas, particularmente los trabajos de laboratorio. Actualmente se imparte en todas las provincias andaluzas, en las Universidades de Almería, Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga y Sevilla. La anterior titulación, la Licenciatura, se implantó por vez primera en nuestra Comunidad Autónoma en la Universidad de Sevilla en 1910, siguiendo poco después, en 1913, la de Granada. Andalucía tiene también el honor de contar con la primera mujer químico de España: Dª Isabel Ovín Camps, natural de Carmona (Sevilla), que en 1917 obtuvo la Licenciatura en Ciencias (Sección de Químicas) por la Universidad Hispalense.





Año Internacional de la
QUÍMICA
2011

100 Preguntas, 100 Respuestas
Especial Química

Plan de Divulgación del Conocimiento - Andalucía Innova- Consejería de Economía, Innovación y Ciencia

Secretaría General de Universidades, Investigación y Tecnología
Avda. Albert Einstein s/n
41092 Sevilla
Tel.: +34 954 995314 / +34 954995317
Fax.: +34 954 995161
E-mail: info@andaluciainvestiga.com
Web: www.andaluciainvestiga.com

Consejero de Economía, Innovación y Ciencia
Antonio Ávila Cano

Secretario General de Universidades, Investigación y Tecnología
Francisco Triguero Ruiz

Directora General de Investigación, Tecnología y Empresa
María Sol Calzado García

Director General de Universidades
María Victoria Román

Coordinador del Plan Andaluz de Divulgación del Conocimiento
Ismael Gaona Pérez

Técnicos del Plan Andaluz de Divulgación del Conocimiento
Lucrecia Hevia Bertrand **(Contenidos)**
Ana María Pérez Moreno **(Servicios web)**
Carolina Moya Castillo **(Publicaciones)**

Análisis y documentación
Carmen Gavira

Han participado en la elaboración de esta publicación:

Por la Asociación de Químicos de Andalucía (AQA):
Antonio Luis Agüí Palomo
Manuel María Domínguez Pérez
Rafael Marín Galvín
Fernando Muriel Azuaga
Rafael Pacheco Reyes
Juan Luis Pérez Bernal
Francisco Pérez Viguera
Concepción Real Pérez
Fernando Romero Guzmán

Por la Asociación de Químicos de Cataluña (AQC):
Joan Antoni Bas Carbonell
Josep María Fernández Novell

Coordinación
Fernando Romero Guzmán

Imágenes
Age fotostock y SXC.

Diseño
Servicio Telegráfico


2011
Q
QUÍMICA
Año Internacional de la
QUÍMICA
2011


JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA

